

**LUOMULAIIDUNNUS, YRTIT JA RUKIIN KÄYTTÖ LAITUMEN
PERUSTAMISESSA – CASE MUSTIALA**

Riikka Perttala
Maisterintutkielma
Kotieläinten ravitsemustiede
Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden osasto
Marraskuu 2019

Tiivistelmä

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos — Institution — Department Maataloustieteiden osasto	
Tekijä — Författare — Author Riikka Marjaana Perttala			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Luomulaidunnus, yrtit ja rukiin käyttö laitumen perustamisessa – case Mustiala			
Oppiaine — Läroämne — Subject Kotieläinten ravitsemustiede			
Työn laji — Arbetets art — Level Maisterintutkielma		Aika — Datum — Month and year Marraskuu 2019	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 58 s.
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Tutkielman tavoitteena oli tarkastella Luomussa vara parempi –ruokaa ja digi – hyötykäyttöön (LuoVaPa) – hankkeen luomulaidunnuskokeen ensimmäisen kesän tuloksia. Tutkielmassa esitellään luomu- ja rotaatiolaidunnusta yleisesti sekä kerrotaan laidunnuskokeessa mukana olleista yrteistä, niiden käytöstä ja hyödyistä kotieläinten ruokinnassa. Tutkielmassa tarkastellaan myös rukiin käyttöä laitumen uudistamisessa.</p> <p>LuoVaPa-hanke on Maaseuturahaston rahoittama kolmivuotinen hanke, jonka tavoitteena on lisätä luomutuotantoa, luomutuotteiden jalostusta, saatavuutta ja käyttöä Hämeessä. Hankkeen toteuttajia ovat Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK) Mustiala, ProAgria Etelä-Suomi, Luonnonvarakeskus sekä Koulutuskeskus Salpaus. Mustialan opetus- ja tutkimustilalla Tammelassa tavoitteena on löytää sopivia, monipuolisia ja kestäviä laidunnurmiseoksia ja uudistamistapoja luomuviljelyyn Hämeessä.</p> <p>Mustialassa kokeiltiin kesällä 2019 laidunnurmen perustamista käyttämällä ruista suojaviljana. Kaistalle kylvettiin myös laidunseosta, joka sisälsi heinä- ja apilakasvien lisäksi yrtejä: sikuria, keltamaitetta, kuminaa ja heinäratamoa. Lypsylehmät laidunsivat viidellä, päivittäin vaihtuvalla laidunkaistalla. Laiduntamista ja kahden laidunkaistan (nro 1 ja 4) kasvustojen tilaa seurattiin ja päivittäiset lehmäkohtaiset maitotuotokset tallennettiin. Kaistoilta 1 ja 4 otettiin kesän aikana kasvustonäytteitä, joista analysoitiin kemiallinen koostumus ja rehuarvot ja määritettiin kasvilajikoostumus.</p> <p>Lehmät laidunsivat kaistoilla laiskasti, todennäköisesti kuumien kesävuoksi, mutta söivät mielellään rukiin orasta. Rehua oli riittävästi molemmilla kaistoilla koko laidunnusjakson ajan. Yrteistä parhaiten kasvoivat sikuri ja heinäratamo. Kaistalla 1 D-arvo säilyi kaistan 4 arvoa parempana, mahdollisesti yrttien ja rukiin ansiosta, mutta kaliumpitoisuus oli liian korkea. Laitumelle kylvetty ruis oli vääränlaista, koska se oli tähkällä jo juhannukseen mennessä. Maitotuotoksessa ei havaittu suuria muutoksia.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Rotaatiolaidunnus, ruis, keltamaite, kumina, sikuri, heinäratamo, luomulaidunnus, suojavilja			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Maataloustieteiden osasto ja Viikin kampuskirjasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Maisterintutkielmaa ohjasi erikoistutkija Kaisa Kuoppala, Luke			

Abstract

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos — Institution — Department The Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author Riikka Marjaana Perttala			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Organic grazing, herbs and rye as cover crop in pasture – case Mustiala			
Oppiaine — Läroämne — Subject Animal Nutrition Science			
Työn laji — Arbetets art — Level Master thesis		Aika — Datum — Month and year November 2019	
		Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 58 p.	
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>The aim of this thesis was to examine the project Luomussa vara parempi – ruokaa ja digi hyötykäyttöön (LuoVaPa) results of the first summer of organic grazing. The organic and rotational grazing are introduced generally in this thesis. The herbs of this grazing trial and their use and benefits in animal nutrition have been described. The use of rye in establishing the pasture has also been explored.</p> <p>The three-year project is funded by Centre for Economic Development, Transport and the Environment of Häme region. The objective is to enhance the organic production, processing, availability and the use of organic production in Häme. The participants of the project are Mustiala educational and research farm of Häme University of Applied Sciences (HAMK), ProAgria Southern Finland, Natural Resources Institute Finland (Luke) and Salpaus Further Education. The goal of Mustiala educational and research farm in Tammela is to find suitable, versatile and sustainable plant mixtures for grass and new regenerative ways for organic farming in Häme.</p> <p>The first trial of this project was establishing a pasture with rye as a cover crop at Mustiala in summer 2019. There were also herbs as chicory, birdsfoot trefoil, caraway and plantain with grasses and clovers sowed to the pasture. The milking cows grazed in five paddocks of pasture which were changed daily. Grazing and the growth and condition of the stripes were examined. The daily milk yield per cow was recorded by automated milking system. Grass samples from the paddocks were taken and analyzed for chemical composition and feed values several times. Also botanical analyses were conducted.</p> <p>The cows grazed lazy most likely for the hot summer, but the young rye sprouts seem to be palatable. There was enough forage in both stripes for the whole experimental period. The strongest growth was examined of chicory and plantain. The D-value maintained more stable in the pasture of the stripe 1 than in the pasture of stripe 4. It was probably due to the herbs and the rye in pasture. The potassium concentration of the forage in stripe 1 was too high for milking cows. The sowed rye variety was not suitable for pasture because it spiked already at Midsummer. No remarkable changes in milk yield were observed.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Rotational grazing, rye, birdsfoot trefoil, caraway, chicory, plantain, organic grazing, cover crop			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited The Department of Agricultural Sciences ja Viikki campus library			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information The thesis was supervised by Dr. Sci. Kaisa Kuoppala, Senior Scientist at Luke			

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Kirjallisuuskatsaus	7
2.1	Luonnonmukainen tuotanto eli luomu	7
2.2	Laidunnus	8
2.2.1	Laiduntamisen hyödyt.....	8
2.2.2	Laidunrehun riittävyys	9
2.2.3	Laidunrehun laatu	10
2.2.4	Rotaatiolaidunnus.....	12
2.3	Laidunkasvit	13
2.4	Ruis.....	14
2.4.1	Ruis pikalaitumena.....	14
2.4.2	Ruis laitumen perustamisessa	16
2.5	Yrtit	17
2.5.1	Sikuri, heinäratamo, keltamaite ja kumina.....	18
2.5.2	Yrttien vaikutukset syöntiin ja maitoon	19
2.5.3	Yrttien muut vaikutukset.....	20
3	Tutkimuksen tavoitteet.....	22
4	Aineisto ja menetelmät.....	23
4.1	Laidunkaistat ja laidunnus.....	23
4.2	Kasvustonäytteet	25
5	Tulokset.....	28
5.1	Laidunnus	28
5.2	Laidunnurmien kasvu ja rehuarvot.....	28
5.2.1	Keväällä perustettu yrttejä sisältävä laidun (Kaista 1).....	28
5.2.2	Laidunnurmi kaistalla 4	36

5.3	Laiduntamisen vaikutus maitotuotokseen	42
6	Tulosten tarkastelu	43
6.1	Rotaatiolaidunnus.....	43
6.2	Ruis laitumella.....	43
6.3	Laidunrehun määrä, koostumus ja rehuarvot	44
6.4	Kaistojen laidunrehun kivennäis- ja hivenainepitoisuudet.....	48
6.5	Maitotuotos.....	48
7	Johtopäätökset.....	50
8	Kiitokset	51
9	Lähteet.....	52

1 Johdanto

Tässä tutkielmassa tarkastellaan Luomussa vara parempi – ruokaa ja digi hyötykäyttöön (LuoVaPa) -hankkeeseen liittyvän luomulaidunnuskokeen ensimmäisen laidunnuskesän tuloksia. Tutkielmassa käydään läpi luomulaidunnusta ja rotaatiolaidunnusta yleisesti sekä kerrotaan laidunnuskokeessa mukana olleista yrteistä, niiden käytöstä ja hyödyistä kotieläinten ruokinnassa. Tutkielmassa tarkastellaan myös rukiin käyttöä laitumen uudistamisessa.

Luomussa vara parempi – ruokaa ja digi hyötykäyttöön -hanke on Maaseuturahaston rahoittama kolmivuotinen hanke ajanjaksolla 1.1.2019 – 31.12.2021 (Luomussa vara parempi 2019). Hankkeen tavoitteena on lisätä luomutuotantoa, luomutuotteiden jalostusta, saatavuutta ja käyttöä Hämeessä. Hankkeen toteuttajina toimivat Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK), Mustiala, ProAgria Etelä-Suomi, Luonnonvarakeskus sekä Koulutuskeskus Salpaus.

Korhosen ja Vahtilan mukaan (2019) yleisesti käytetyt laidunseokset ovat kasvivalikoimiltaan melko yksipuolisia. Monipuolisemmat seokset voisivat tuoda ratkaisuja laidunten kestävyys- ja maitavuuteen. Nurmien perustamiseen tarvitaan uusia vaihtoehtoja. Mustialan opetus- ja tutkimustilalla Tammelassa tavoitteena on löytää sopivia, monipuolisia ja kestäviä laidunnurmiseoksia ja uudistamistapoja luomuviljelyyn Hämeessä.

Mustialan opetus- ja tutkimustilalla lehmien laitumia uudistetaan vuosittain ja kesällä 2019 laidunurmen perustamista kokeiltiin käyttämällä ruista suojaviljana. Uudistettavalle laidunlohkolle kylvettiin rukiin lisäksi laidunseosta, joka sisälsi myös muutamaa yrttiä. Lehmät pääsivät laiduntamaan isommasta laidunlohkosta jaetuille kaistoille, joita oli yhteensä viisi, päivittäin siten, että joka päivä laidunnuksessa oli uusi kaista. Tätä laiduntamistapaa kutsutaan rotaatiolaidunnukseksi.

Lehmien laiduntamista sekä kahden laidunkaistan (1 ja 4) kasvuston tilaa seurattiin ja näiltä kahdelta laidunkaistalta otettiin analysoitaviksi kasvustonäytteitä yhdeksänä päivänä kesän aikana. Kesän lopussa tutkittiin vielä, oliko yrttilaitumella vaikutuksia lehmien maitotuotokseen.

2 Kirjallisuuskatsaus

2.1 Luonnonmukainen tuotanto eli luomu

Luomulla tarkoitetaan sertifioitua ja valvottua luonnonmukaista maatalouden alkutuotantotapaa. Se perustuu sekä IFOAMin (International Federation of Organic Agriculture Movements) luonnonmukaisen tuotannon periaatteisiin että Euroopan yhteisön luomulainsäädäntöön (Luonnonvarakeskus 2019). Ruokaviraston (2019) mukaan luonnonmukaisen eläintuotannon tavoitteena on tuottaa korkealaatuisia tuotteita, joiden valmistusmenetelmät eivät ole haitallisia ympäristölle, ihmisten ja kasvien terveydelle tai eläinten terveydelle ja hyvinvoinnille mahdollistaen mahdollisimman pitkälle tuotantoeläinten lajinnukaisen käyttäytymisen. Luomuasetykset ovat voimassa kaikissa EU:n jäsenmaissa ja Suomessa luonnonmukaisen kotieläintuotannon valvojana ja ohjeistajana toimii Ruokavirasto.

Luonnonmukaisessa tuotannossa kasvinviljely perustuu viljelykiertoon, vuoroviljelyyn, ja viljelyyn valituilla kasveilla varmistetaan maan peruskunnon parantaminen. Luonnon monimuotoisuutta ylläpidetään ja vältetään uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöä (Luonnonvarakeskus 2019). Maanlannoitus tehdään eläinperäisillä lannoitteilla ja viherlannoituksella. Teolliset väkilannoitteet ja teolliset rehut, synteettiset torjunta-aineet ja muuntogeenit (GMO) ovat luomutuotannossa kiellettyjä (Luonnonvarakeskus 2019, Ruokavirasto 2019). Rehukasvien viljely eläinten ravinnoksi monipuolistaa viljelykiertoa ja eläinten tuottama lannoite ravitsee maaperää (MTK 2019), ja laidunnus vähentää lantaloiden tilavuustarvetta ja lannan levityskustannuksia (Luomuwiki 2019).

Luonnonvarakeskuksen (2019) mukaan luomualkutuotannon tutkimuksen tämänhetkisenä haasteena on jalostaa luomuun nykyistä paremmin soveltuvia kasvilajikkeita ja eläinrotuja, löytää kotimaisia vaihtoehtoja eläinten valkuaisrehulle omavaraisuuden ja huoltovarmuuden lisäämiseksi sekä kasvat-
taa luomusatoja. Tällä hetkellä tutkimus keskittyy viljelymenetelmien kehittämiseen, tasapainoiseen kasvinravitsemukseen ja kasvinsuojeluongelmien ratkaisemiseen mekaanisin ja biologisin keinoin (Luonnonvarakeskus 2019).

Luomusäännösten mukaan kasvinsyöjien ruokinnassa rehuomavaraisuusaste on oltava vähintään 60 % ja nautojen, lampaiden, vuohien ja hevosten maataloudesta peräisin olevan rehun päiväannoksen sisältämästä kuiva-aineesta on vähintään 60 % oltava karkearehua (Ruokavirasto 2019). Poikkeuk-

sena on herutuskausi eli poikimisen jälkeinen kolmen kuukauden aika, jolloin karkearehun määrää voidaan laskea 50 prosenttiin. Johanssonin ym. (2016) mukaan karkearehuja ovat luomutuotantoehdojen mukaan mm. nurmirehut, laidunruoho, naatit ja viljakasvien oljet. Nautojen ruokinnan tulee perustua mahdollisimman paljon laidunten hyödyntämiseen.

2.2 Laidunnus

2.2.1 Laiduntamisen hyödyt

Luomukotieläintiloilla on eläimillä oltava mahdollisuus päästä ulos aina kun se on sääolosuhteiden tai maaperän tilan puolesta mahdollista ja laidunkaudella kaikkien nautojen tulee päästä päivittäin laitumelle (Ruokavirasto 2019). Laidunnus on kaikkein luonnollisin ja edullisin karjan ruokintatapa (Kuusela 2004, Tuomisto ym. 2010). Laiduntaessa maalaismaisema säilyy ja eläimet saavat D-vitamiinia luonnollisesta lähteestä (Kuusela 2004). Luomutuotannossa laiduntaminen on luonnollisimman ruokintatavan mukaisinta ruokintaa, joten laiduntamisen suunnittelu ja toteutus kannattaa tehdä huolella (Kuusela ja Khalili 2001). Undersanderin ym. (2002) mukaan laiduntavat eläimet tuottavat laiduntaessaan lannoitetta suoraan laitumelle ja tiheässä, hyväkuntoisessa laitumessa rikkakasvien määrät ovat pienempiä. Koska laiduntavat eläimet saavat rehua laitumesta, se säästää rehun niittoon ja kuljetukseen tarvittavaa aikaa ja kustannuksia.

Suomessa laidunkausi kestää 3 - 5 kuukautta eli normaalisti kesäkuun alusta syyskuun loppuun (Ruokavirasto 2019). Pohjois-Suomessa laidunkausi on noin kuukauden Etelä-Suomen laidunkautta lyhyempi (Kuusela 2004, Ruokavirasto 2019). Eläinten ulkoilumahdollisuus mahdollistaa paremmin lajille ominaisten tarpeiden täyttymisen (MTK 2019) ja terveyden edistämisen (Luomuwiki 2019). Laiduntamisesta saadaan erilaisia hyötyjä. Olmosin ym. (2009) tutkimuksessa laiduntavilla lehmillä oli vähemmän vakavia sorkkavikoja, parempi liikuntakyky ja pienempi todennäköisyys ontumiselle kuin sisätiloissa pidetyillä lehmillä. Laiduntavat lehmät makasivat sisätiloissa pidettyjä lehmiä pidempään yhtäjaksoisesti, mikä tutkimuksen mukaan osaltaan ehkäisee ontumista.

Grigolin ym. (2019) tekemässä tutkimuksessa laiduntavat lehmät olivat enemmän sosiaalisissa tekemisissä toistensa kanssa, nuoleskelivat ja haistelivat toisiaan enemmän (1,75 %) kuin pihattolehmät, jotka puolestaan hoitivat enemmän (1,23 %) itseään. Samassa tutkimuksessa havaittiin, että laiduntavat lehmät käyttivät enemmän aikaa syömiseen, valikoivat syömänsä kasvit, syöden peh-

meitä ja maukkaita kasveja, ottivat pienempiä suullisia ja söivät pidempään ja hitaammin kuin pihatossa olevat lehmät. Laiduntaessaan eläimellä on mahdollisuus valikoida syömänsä kasvit ja niiden osat (Tuomisto ym. 2010).

Legrandin ym. (2009) tutkimuksessa lehmät viettivät päiväajan enimmäkseen sisätiloissa. Lämpötilan tai ilmankosteuden noustessa sekä yöllä, lehmät viihtyivät paremmin laitumella kuin sisällä. Osa-aikainenkin laidunnus lisäsi Sairasen ym. (2006) tutkimuksessa lehmien maitotuotosta ja vähensi lisävalkuaisen tarvetta ruokinnassa, sillä tutkimuksessa jopa heikkolaatuisinkin laidunrehu oli tuotantovaikutuksiltaan vähintään hyvän säilörehun veroinen. Yölaidunnus lisäsi kokonaissyöntiä ja maitotuotosta 3,9 kg/vrk/lehmä sisällä oleviin lypsylehmiin verrattuna ja päivälaidunnusryhmässä olevat lehmät lypsivät 2,5 kg/vrk enemmän maitoa heinäkuussa sisällä pidettyihin ja säilörehua syöneisiin lehmiin verrattuna.

Tuomiston ym. (2010) tutkimuksen mukaan lehmillä on tarve hankkia ainakin osa ravinnostaan laiduntamalla, vaikka ravintoa olisi helpommin saatavilla. Lehmät kuitenkin vähensivät laidunrehun syöntiä huomattavasti, jos sisällä oli tarjolla vapaasti säilörehua. Yksittäisen lehmän tekemiin valintoihin ravinnon hankintatavasta voi kuitenkin vaikuttaa lehmän sosiaalinen asema ja terveys. Laidunalan rajaaminen pienemmiksi alueiksi tai sisällä tarjotun säilörehun rajoittaminen voisi lisätä laidunrehun syöntiä. Tutkimuksessa maitomäärä oli sama sekä osa- että kokoaikalaiduntajilla, mutta kokoaikalaiduntajilla energiakorjattu maitotuotos jäi 1,1 kg/vrk osa-aikalaiduntajia pienemmäksi ja maidon rasvapitoisuus oli pienempi.

2.2.2 Laidunrehun riittävyys

Kuuselan (2002) mukaan monivuotisten laidunnurmien laidunnus on hyvä aloittaa jo aikaisin keväällä. Yksivuotisia laitumia voidaan hyödyntää syksyllä laidunkauden pidentämisessä. Laktaatio-kauden alkupuolella korkeatuottoiset lypsylehmät tarvitsevat laidunrehun lisäksi lisäruokintaa tyydyttääkseen ravinnontarpeensa eikä laidunrehussa useinkaan ole eläimelle optimaalinen kivennäisten määrä ja suhde, jonka vuoksi yleensä syötetään myös kivennäislisää (Kuusela 2002). Luomutuotannossa laidunrehuntuotanto on riippuvainen biologisesta typensidonnasta, maaperän mineralisoinnista ja ravinteiden kierrättämisestä (Kuusela 2004).

Sairasen ym. (2010) mukaan lehmä pystyy käytännössä syömään noin puolet tarjolla olevasta laitumesta. Kokoaikaisesti laiduntavalle lehmälle laidunta pitäisi olla ihannetilanteessa vuorokaudessa

25 – 30 kg. Syönti olisi tällöin 12 – 15 kg kuiva-ainetta vuorokaudessa. Kuuselan (2002) mukaan laidunta tulisi olla tarjolla 20 - 26 kg kuiva-ainetta päivässä lehmää kohden ja ainakin 2000 kg kuiva-ainetta/laidunkerta. Kasvilajin ja laiduntamistavan valinnalla, lannoituksella ja laidunkierron pituudella voidaan vaikuttaa laidunrehun määrään hehtaaria kohden. Jos laidunala on liian pieni, nurmen loppukorkeus on selvästi alle 10 cm. Laidunrehun saanti on silloin liian vähäistä ja lehmien maidontuotanto laskee ja laitumen jälkikasvu hidastuu. Jos taas laidunalaa on liikaa, laitumen hyväksikäyttö jää alle 50 prosentin ja hylkylaikkujen osuus on suuri (Rinne ja Sairanen 2010). Laidunalaa tarvitaan alkukesästä 0,17 – 0,2 ha lehmää kohden 5 kg:n väkirehuruokinnalla (Sairanen ja Virkajärvi 2002), loppukesästä vaadittu ala on jo 0,4 hehtaaria lehmää kohden (Kuusela 2011).

Laitumen kokoon vaikuttavat mm. laiduntavien eläinten määrä, tuotantovaihe ja laitumen, rotaatiolaidunnuksessa kaistojen, koko. Laidunnettavan alueen kokoon vaikuttavia tekijöitä ovat myös laidunkasvuston korkeus ja laatu sekä se, että laidunnetaan lehmii osa- vai kokoaikaisesti. Laidunrehun riittävyttä voidaan arvioida ottamalla laitumesta kasvustonäyte ja laskemalla siitä hehtaarisato (Kuusela 2002). Sairasen (2010) mukaan hehtaarisadon tulisi olla 2500 – 3500 kg ka/ha. Rinteen ja Sairasen (2010) mukaan laidunkierrossa riittävä ala saadaan kertomalla laidunala lehmää kohden laidunkierron päivillä. Jos lehmät laiduntavat vain öisin, kerrotaan laidunala luvulla 2/3 ja vain päivisin laiduntaville kerroin on 1/3.

2.2.3 Laidunrehun laatu

Lehmän rehustus koostuu pääosin nurmirehuista, joten nurmen laadun tulee vastata mahdollisimman hyvin eläimen ravinnontarvetta (Kuusela 2002). Suomalaisten rehutaulukoiden (Luke 2019) mukaan laitumen kuiva-ainepitoisuus on noin 200 - 210 g/kg, muuntokelpoinen energia 10,5 - 11,3 MJ/kg ka ja ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen (OIV) pitoisuus 89 – 95 g/kg ka. Nurmirehun energia-arvon tärkein mittari on sulavuus, johon vaikuttavat laitumella käytetyt kasvilajit, kasvien kehitysaste ja kasvuolot (Kuusela 2002). Rehutaulukoiden (Luke 2019) mukaan keskimääräinen laitumen D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa on 657 - 705 g/kg ka. Rinteen ja Sairasen (2010) mukaan lypsylehmien D-arvo-tavoite on 680 – 690 g/kg ka. Nurmirehujen raaka-alkuaispitoisuus on yleensä 100 – 200 g/kg ka ja rasvapitoisuus noin 20 – 40 g/kg ka (Jaakkola 2010). Laitumen keskimääräinen kuitupitoisuus suomalaisten rehutaulukoiden (Luke 2019) mukaan on 535 - 580 g/kg ka.

Kasvien kasvuun vaikuttavat lämpötila, ravinteet, veden tarve, päivänpituus ja lämpösumma (Virkajärvi ja Pakarinen 2010). Nurmi alkaa kasvaa keväällä maaperän lämpötilan ollessa noin +5 C. Sen jälkeen kasvien lehdet kasvavat nopeasti, sitten varsi ja lopulta kukinnot sekä siemenet (McDonald ym. 2011, s. 482). Laidunnurmi on sopiva laidunnettavaksi laitumen satotason ollessa 2500 – 3500 kg ka/ha, sen korkeuden ollessa 25 – 40 cm (Jaakkola 2010) ja lehtien osuuden ollessa 65 – 80 % kuiva-aineesta. Timoteitä sisältävällä laitumella sulavuus ja maittavuus laskevat kun timotein solmut ja lippulehti ovat tulleet esiin (Sairanen ja Virkajärvi 2002).

Virkajärven ja Pakarisen (2010) mukaan nurmikasvusto on jatkuvassa muuttuvassa tilassa, jossa versoja ja lehtiä muodostuu ja kuolee. Versot ovat aikaisin keväällä pääosin vegetatiivisia eli niiden kasvupisteet tuottavat uusia lehtiä eivätkä tee vielä kukintoja. Laidunrehun syöntivaiheessa kaikki kasvin sokerit, rasvahapot ja valkuaisaineet ovat tallella muuttumattomina (Jaakkola 2010). Korsienkin sulavuus on korkea aivan korrenkasvun alkupuolella (Virkajärvi ja Pakarinen 2010). Kasvuston vanhetessa lehtien osuus vähenee ja korren osuus lisääntyy, soluseinämän osuus ja kuitupitoisuus lisääntyvät, jotka huonontavat sulavuutta (D-arvo laskee nopeasti) (Rinne 2000a, Jaakkola 2010) ja heikentävät energia-arvoa (Jaakkola 2010). Rinteen ja Sairasen (2010) mukaan lisääntyvä ligniinin osuus heikentää korsien sulavuutta nopeasti. Raakavalkuaispitoisuus on korkeimmillaan nurmen kasvun alussa, kun kasvit ottavat typpeä maasta. Kun laitumen kuiva-ainesato kasvaa myöhemmin, typpipitoisuus laimenee suurempaan kasvimassaan.

Kun nurmi kasvaa pituutta, sen laatu heikkenee. Rinteen ym. (2000c) tutkimuksessa nurmen kuiva-ainesato lisääntyi keväällä keskimäärin 146 kg/ha päivässä ja samalla D-arvo pieneni 5,5 g/kg ka päivässä. Eläimet syövät nurmirehua selvästi enemmän, kun sen sulavuus on hyvä. Sulavuuden ja sitä kautta energiansaannin lisääntyessä lypsylehmien maidontuotanto kasvaa. Rinteen ym. (2006c) tutkimuksessa havaittiin että, kun kevään nurmirehu oli korjattu, nurmen D-arvo nousi uudelleen syksyllä uuden kasvun myötä, koska uusi kasvusto oli lehtevää ja vegetatiivista. Lehtien osuuden vähentyessä rasvahappojen, etenkin alfa-linoleenihapon pitoisuus kasvissa vähenee (Jaakkola 2010).

Laitumen kivennäistasoon vaikuttavat nurmen kasvilajit, niiden kehitysaste ja osuus laitumessa. Myös mineraalien saatavuudella maaperästä sekä sää- ja kausiluonteisella vaihtelulla on vaikutusta (Kuusela 2004). Palkokasvit sisältävät heinäkasveja enemmän kalsiumia ja magnesiumia (Kuusela 2004, Dredge ym. 2004, s. 316, Johansson ym. 2016). Kasvien kivennäispitoisuus laskee, kun solunsisältöaineksen määrä laskee, sillä solunsisältöaineksessa sijaitsee valtaosa pääkivennäisistä (Tuori ym. 2006). Virkajärven ym. (2010) mukaan nurmet käyttävät kaliumia lähes yhtä paljon kuin

tyypeä ja kasvit ottavat sitä yli tarpeen, mikäli sitä on runsaasti saatavilla. Jos rehun kaliumpitoisuus laskee alle 16 – 20 g/kg ka, kasvit kärsivät kaliumin puutteesta. Yli 30 – 35 g/kg ka kaliumpitoisuus rehussa on taas eläimille liian korkea. Liian korkea kaliumpitoisuus lisää poikimahalvausriskiä ja heikentää rehun kalium-natrium -suhdetta (Virkajärvi ym. 2010).

Laidunrehun raakavalkuaispitoisuuteen vaikuttaa maaperän käyttökelpoinen typpi (Rinne ym. 2000a). Palkokasvien osuus nurmessa kasvattaa laitumen raakavalkuaispitoisuutta. Liian korkeaa raakavalkuaispitoisuutta eivät lehmän pötsimikrobit pysty hyödyntämään. Nurmirehun valkuaisen pötsisulavuus on hyvin nopeaa. Tällöin ammoniakkipitoisuus pötsissä voi nousta niin korkeaksi, että pötsimikrobit eivät pysty hyödyntämään kaikkea. Ylimäärä typestä poistuu virtsan mukana ja maidon ureapitoisuus kasvaa.

2.2.4 Rotaatiolaidunnus

Undersanderin ym. (2002) mukaan rotaatiolaidunnuksella tarkoitetaan laidunnustapaa, jossa laidunkaista on jaettu aitaamalla useampaan pienempään lohkoon, joita laidunnetaan tietyn ajanjakson ajan. Rotaatiolaidunnuksella säästetään laidunta ja sen maaperää. Laidun pääsee uusimaan energia-varansa ja voimansa sekä ulottamaan juurensa syvemmälle laidunnusten välisenä kasvuston lepoaikana.

Yksi rotaatiolaidunnuksen muoto on kaistalaidunnus, jossa laidunnus on kontrolloidumpaa ja sallii kasvuston levätä laidunnusten välillä (Kuusela 2004). Päivittäisessä kaistalaidunnuksessa lehmän päivittäisen laidunrehun saannin määrää säätelee päivittäisen laidunalueen laidunrehun määrä. Kuuselan (2002) laiduntamiskokeessa kaistalaidunnus osoittautui viikoittaista lohkosyöttöä tehokkaammaksi laiduntamistavaksi pinta-alayksikköä kohti. Undersanderin ym. (2002) mukaan rotaatiolaidunnus säästää aikaa ja rahaa sen jälkeen, kun laidun on perustettu. Laitumen käyttö tehostuu ja siitä saadaan pitkällä ajanjaksolla maksimaalinen tuotto. Italialaisessa tutkimuksessa uuhien rotaatiolaiduntamisen seurauksena laidunrehun biomassa kasvoi verrattuna jatkuvaan laiduntamiseen (Grigoli ym. 2012).

Laidunten käytössä on huomioitava laidunnurmen kasvukyky, niin ettei laidunlohkoja syötetä liian tarkkaan, jotta ne jaksavat lähteä uudelleen kasvuun (Kuusela 2002). Laidunnurmille kannattaa tehdä mieluummin joka syötön jälkeen puhdistusniitto kuin syöttää ne liian tarkkaan (Luomuwiki 2019). Virkajärven ja Sairasen (2002) mukaan puhdistusniiton tarkoituksena on katkaista laitumen

kasvusto kasvupisteen alapuolelta, poistaa korsiintunut kasvusto, saada kasvusto kasvattamaan uusia versoja ja estää rikkakasvien lisääntyminen. Hylkylaikkuja muodostuu laitumella etenkin sontakasojen ympärille ja puhdistusniitolla voidaan tätä aluetta pienentää. Puhdistusniitto tulee tehdä heti kun korsiintunutta kasvustoa alkaa muodostua, jotta saadaan paras lopputulos. Virkajärven ja Sairasen (2002) mukaan paras niittokorkeus on noin 7 – 8 cm, koska matalammalle niitetyn kasvuston jälkikasvukyky voi kärsiä ja korkeammalle niitetyn kasvuston kasvupisteet voivat säilyä, jolloin korsiintuminen alkaa nopeasti uudelleen. Kukkulan (2019) mukaan puhdistusniitot suoritetaan laidunkaistoilla tarvittaessa. Niittokorkeus jätetään rotaatiolaidunnuksessa normaalia puhdistusniittokorkeutta korkeammaksi, koska rotaatiolaidunnuksessa palstan lepoaika on lyhyempi kuin normaalissa laidunnuksessa.

Undersanderin ym. (2002) mukaan rotaatiolaidunnuksella pystytään myös vähentämään loistartuntoja ja eroosio-ongelmia, koska laitumia ei ylilaidunneta. Eläimet voivat paremmin ja niiden fyysinen kunto paranee päästessään ulos raittiiseen ilmaan liikkumaan ja toteuttamaan luontaista käyttäytymistään.

Pohjolan luomutuotannossa rotaatiolaidunnus on suositeltavaa, koska käytössä olevat talvenkestävät heinäkasvit, kuten timotei, ja puna-apila kärsivät jatkuvasta laidunnuksesta (Kuusela 2004). Kukkulan (2019) mukaan rotaatiolaidunnus parantaa laitumen hiilensidontaa, sillä nurmen kasvuvauhti pysyy hyvänä ja kasvien lehtien ollessa suurempia kasvien hiilensidontakyky kasvaa.

2.3 Laidunkasvit

Kuuselan (2004) mukaan Pohjolan ilmasto-olosuhteista johtuen luomumaataloustuotantoon ja tavalliseen maataloustuotantoon soveltuvat samat nurmilajit. Laidunnurmiin valitaan maittavia ja talouskasvien kestäviä lajikkeita (Niskanen ja Nykänen 2010). Kuuselan (2004) mukaan laidunkasvien kasvu ja laatu voivat kuitenkin vaihdella tavallisen maataloustuotannon ja luomutuotannon välillä lannoitustavasta johtuen. Luomuviljelyssä käytetään hyväksi erilaisia siemensekoituksia (Kuusela 2004) ja palkokasvien typensidontakykyä (Johansson ym. 2016).

Kuuselan (2002) mukaan luomulaitumen kasvit koostuvat typpiomavaraisista palkokasveista, heinäkasveista ja rikkakasveista. Heinäkasvien osuus luomulaitumessa on noin 65 %, palkokasvien 25 % ja rikkakasvien ja yrttien 10 %. Laidunnurmien peruskasveja ovat palkokasveista valko-, puna- ja alsikeapila sekä keltamaite, heinäkasveista nurminata, timotei ja niittynurmikka. Erilaisia yrttejä

lisäämällä saadaan muokattua laitumen kivennäis- ja hivenainepitoisuuksia. Dredgen ym. (2004, s. 316) mukaan nurmipalkokasveissa on korkea valkuaispitoisuus ja hyvä valkuaisen laatu. Apilan sulavuus laskee alkukesästä heinäkasveja hitaammin.

Kuuselan (2004) mukaan puna-apilaa käytetään luomutuotannon nurmissa ensisijaisena palkokasvina johtuen sen hyvästä kasvusta ja suhteellisen hyvästä talvenkestävyydestä. Valkoapila kestää puna-apilaa paremmin laidunnusta. Alsikeapilaa käytetään puna-apilan sijaan happamassa ja kosteassa maaperässä. Alsike- ja valkoapilan seos voi vähentää apilan määräsuhteen ajoittaista vaihtelua nurmissa eri apilalajikkeiden erilaisen kasvun ja kasvurytmin ansiosta (Kuusela 2004). Runsasapilaisilla nurmilla voi märehitijöiden puhaltumisvaara kuitenkin kasvaa, etenkin kylmänä syksynä. McDoddin ym. (2011, s. 498) mukaan apilat muodostavat pötsissä kaasua ja jos kaasu ei pääse poistumaan luonnollisesti sen kertyminen voi aiheuttaa puhaltumista (Niskanen ja Nykänen 2010). Kuuselan (2002) mukaan keltamaite (*Lotus corniculatus*) sen sijaan on palkokasvi, joka sisältää proteiineja ja sitovia kondensoituneita tanniineja ja näin ehkäisee puhaltumista ja vähentää pötsissä tapahtuvaa proteiinien hajotusta (Min ym. 2003). Keltamaite voi Kuuselan (2004) mukaan hyvin soveltua luomutuotantoon.

Kuuselan mukaan (2004) luomutuotannossa myös rikkakasveilla on merkitystä biologisen monimuotoisuuden, ravinnekierroksen ja eläinten ravitsemuksen parantamisessa. Ne toimivat myös kasvuolosuhteiden indikaattoreina. Tällaisiin rikkakasveihin voidaan laskea myös yrtit.

Monivuotisten laidunten ikää ja kasvukykyä voidaan parantaa tekemällä täydennyskylvöjä apilaurmisiemenseoksilla, mutta myös yksivuotisia kasveja kuten raiheinää ja viljaa voidaan käyttää (Luomuwiki 2019). Erityisesti rukiin avulla saadaan kestävyyttä kulku-urille. Yksivuotisia kasveja käyttämällä saadaan lisälaidunalaat käyttöön, kun monivuotisten laidunnurmien kasvu keskikesällä hidastuu.

2.4 Ruis

2.4.1 Ruis pikalaitumena

Laidunnurmen perustamisessa luodaan pohja kaikille tuleville nurmivuosille, joten se on tehtävä huolellisesti (Puurunen ja Virkajärvi 2010). Hyvin perustettu laidun kasvaa hyvin ja pitää rikkakas-

vit paremmin kurissa (Luomuliitto 2019). Tavoitteena on saada nopea ja tasainen orastuminen. Maalajit kuten hiesut, eräät savet ja karkea hieta ovat poudanarkoja. Jos hiesut ja savet kuivuvat liikaa, vettä ei nouse riittävän nopeasti tilalle. Viljelykierroilla ja kasvilajeilla voidaan vaikuttaa myös maan vesitalouteen (Puurunen ja Virkajärvi 2010). Sairasen (2010) mukaan laidunkierrossa osa laidunnurmesta tulee uusia vuosittain. Nurmen uudistaminen varmistaa sadon tuoton ja tasaisen rehun saannin (Nissinen 2004). Nurmi voidaan perustaa joko keväällä suojaviljaan tai kesällä tai syksyllä ilman suojaviljaa (Seppänen ym. 2008, s. 98).

Luomuliiton (2019) mukaan laitumen perustamisessa, laitumena, heinänä tai säilörehuna voi käyttää ruista, joka on nopea kasvamaan ja kestää talleamista, on vegetatiivisessa tilassa hyvin lehtevä, tehokas rikkaruohojen kontrolloinnissa ja hyvin talvenkestävä (McLelland 2016). Ruis kuitenkin korsiintuu nopeasti, jolloin se pienentää merkittävästi sadon valkuaispitoisuutta ja sulavuutta (Nissinen 2004). Kevät- ja syysruis soveltuvat myös kylvöseoksiin pikalaitumille ja yksivuotisille nurmille (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2019). Kanadalaisille maanviljelijöille tuotetun julkaisun mukaan ruislaitumen ravintoarvo on erinomainen, joskin valkuaispitoisuus vaihtelee maaperän typpipitoisuuden ja kasvuolosuhteiden mukaan (McLelland 2016). Valkuaispitoisuus ruislaitumessa on tavallisesti 180 – 230 g/kg ka. Nykäsen (2019) mukaan syysrukiin valkuaispitoisuus on noin 200 g/kg ka, riippuen lämpösummasta.

Laitumen perustamisessa rukiin sekaan voi laittaa valkuaista sisältäviä herneitä, vihantahärkäpapua ja virnoja. Perusseos viljan kanssa voi olla esimerkiksi timotei, ruokonata, nurminata, englanninraiheinä, puna-apila, alsikeapila ja valkoapila. Lisäksi mukaan voisi lisätä myös yrttejä kuten sikuria ja keltamaitetta (Luomuliitto 2019). Lundin (2017) mukaan kevätkylvöistä syysruista voi käyttää apilan sijaan ehkäisemään apilan tautiriskiä, joka syntyy useita vuosia peräkkäin apilaa sisältäville nurmille. Rukiille tulee suorittaa tarvittaessa puhdistusniitto, koska pitkäksi päässyt ruis vähentää syöntiä.

McLellandin (2016) mukaan syysruista tulisi kylvää laidunnettavaksi 62,5 – 125 kg/ha, mutta kuiville alueille vähemmän. Syksyllä kylvetty ruis mahdollistaa aikaisen laidunnuksen keväällä, koska ruis kasvaa talven jälkeen voimakkaasti (Nissinen 2004). McLellandin (2016) mukaan laidunnuksen voi aloittaa, kun kasvi on juurtunut ja maanpeittävyys on saavutettu. Rukiin kasvuston tulisi tällöin olla noin 15 cm korkeaa.

Nissisen (2004) mukaan vihantarehut tuottavat kuiva-ainesatoa noin 4000 - 8000 kg/ha. Satoisimpia vihantarehukasveja ovat rehurapsi, yksivuotiset raiheinät sekä raiheinien ja viljojen seokset. Kuiva-ainesadon määrä riippuu kasvilajin lisäksi myös kylvöajasta, lannoituksesta ja kosteudesta. Yksivuotisten rehukasvien sadossa on kuiva-ainetta noin 90 – 160 g/kg, eniten kuiva-ainetta on vihantaviljoissa. Tähkälle tai röyhylle tulon jälkeen viljojen kuituisuus lisääntyy nopeasti, joka puolestaan alentaa orgaanisen aineen sulavuutta. McLellandin (2016) mukaan kuitupitoisuus ruislaitumessa on yleensä 250 – 300 g/kg ka. Syysrukiille on ominaista korkea D-arvo, noin 650 g/kg ka, lämpösummasta riippuen (Nykänen 2019). Ruislaidunta tulisi laiduntaa aktiivisesti, jotta välttyttäisiin tähkien ja jyvien muodostukselta (McLelland 2016). Virkajärven (2002) mukaan vilja tulee laiduntaa ennen korren kovettumista, kun kasvusto on vielä maittavaa ja pitää lehmien maitotuotoksen korkeana.

McLellandin (2016) mukaan tehtäessä syksyllä kylvetystä syysruiskasvustosta säilörehua, tulisi edellisen vuoden syksyllä ja seuraavan vuoden keväällä laiduntaa ruislaidunta mahdollisimman vähän. Mitä myöhemmin keväällä ruista laidunnetaan, sitä vähemmän sitä saadaan säilörehuun tai puintiviljaksi. Keväällä kylvetty syysruis antaa laidunrehua sekä saman vuoden kesällä ja syksyllä että seuraavanakin vuonna. Se soveltuu hyvin rotaatiolaidunnukseen. Tehokkaalla laidunnuksella, mutta pidemmällä lepojaksoilla, ruislaidun tuottaa enemmän ravintoa kuin lyhyillä lepojaksoilla. Sitä voidaan laiduntaa joka kolmas tai neljäs viikko, riippuen maaperän viljavuudesta ja sateista.

2.4.2 Ruis laitumen perustamisessa

Nissisen (2004) mukaan perustettavan nurmen suojakasveiksi sopivat aikaisin korjattavat yksivuotiset vihantarehukasvit. Suojakasvia käytettäessä lohkolta saadaan satoa myös nurmen perustamisvuonna (Virkajärvi 2002). Nissisen (2004) mukaan vihantarehusadosta voidaan tehdä säilörehua tai syöttää se eläimille laidun- tai niittorehuna. Suojakasvin valinnassa tulee huomioida suojakasvin satoisuus, suojakasvin vaikutus nurmen orastumiseen ja ensimmäisen vuoden nurmisatoon. Suojakasvi ei myöskään saa varjostaa nurmen orasta. Parhaita suojakasveja ovat sellaiset, joiden yksi pääsato korjataan suhteellisen varhain ja jotka kasvavat niiton jälkeen vähän. Tällaisia ovat vihantaviljat ja niiden seokset rehurapsin ja rehuherneen kanssa. Vihantarehut parantavat nurmen oraiden talvehtimistä (Nissinen 2004).

Nissisen (2004) mukaan ruis soveltuu raiheiniä paremmin nurmen suojakasviksi, koska se kasvaa loppukesällä raiheiniä vähemmän. Ruis on syysvilja, joka talvehtii kevätkylvöstä ja toistuvista niitoista huolimatta. Tämän vuoksi ruista on nurmessa vielä seuraavanakin kesänä runsaasti. McLel-

landin mukaan (2016) syysruis voidaan kylvää keväällä kauran ja ohran sekaan, jolloin rukiin kilpailukyvyistä johtuen muiden viljojen osuudet jäävät pienemmiksi. Alle kylvettyä ruista voidaan käyttää laitumena, kun kevätiljat on puitu. Jos halutaan enemmän satoa puimalla tai säilörehuksi kuin laitumelta, tulisi rukiin jyvien määrä vähentää $\frac{1}{4}$ tai $\frac{1}{2}$ normaalista kylvötasosta.

Kevätruis soveltuu luomuviljelyyn ja nopean orastumisen ja pitkäkortisuutensa vuoksi se pärjää hyvin rikkakasvien kanssa (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2019). Kevätrukiin lakoontumisherkkyiden vuoksi tulee välttää ylitieheitä ja yلیلannoitettuja kasvustoja. Se on myös erityisen arka kuorettumismelle eikä sitä suositella poudanaroille savimaille. Kevätruis on myös syysruista arempi torajyväsaastunnalle.

Heinänsiemenen kylvön ajoitus ja kylvömenetelmän valinta voivat aiheuttaa ongelmia, kun suoja-tiljana käytetään ruista (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2019). Lakoontuminen ja heinän läpikasvu voivat haitata puintia. McLellandin (2016) mukaan rukiin laidunnuksessa tai säilörehun syötössä voi olla ongelmana nitraattimyrkytys, joka johtuu jäätyamisen, kuivuuden, raekuurojen tai kasvitautilien aiheuttaman stressin ja maaperän korkean typpipitoisuuden yhteisvaikutuksesta, jolloin nitraattia voi kertyä rukiiseen.

2.5 Yrtit

Tanskalaisen maanviljelijöiden haastattelututkimuksen mukaan yrttien käyttö kotieläinten (lehmien) ruokinnassa on suosittua luomutuotannossa, koska yrteillä on huomattu olevan positiivisia vaikutuksia terveyteen, maidontuotantoon ja maidon koostumukseen (Vaarst ja Kudahl 2015). Ne myös tuovat lehmille makuvaihtelua, luonnollista vaihtelua ruokavalioon ja lisäävät mikromineraalien ja muiden ravintoaineiden määrää lehmien ruokinnassa. Etenkin syväjuuriset yrtit kuten sikuri, imevät mineraaleja syvemmistä maakerroksista. Vaarstin ja Kudahlin (2015) mukaan tanskalaiset luomuviljelijät olivat huomanneet, että lehmät söivät mieluummin puita ja villiyrtejä, kuin ruohoa, etenkin keväällä, jos vaihtoehtoja oli tarjolla. Maanviljelijät olivat myös tietoisia siitä, että yrttien on katsottu sisältävän terveyttä edistäviä ainesosia, mm. loisia ja puhaltumista vastaan. Tämän vuoksi viljelijät suhtautuivat myönteisesti yrttien käyttöön lypsykarjatilán nurmiviljelyssä.

Vaarstin ja Kudahlin (2015) mukaan sikuri, heinäratamo ja kumina ovat suhteellisen suuria kasveja, joilla on juuret syvällä ja ne pystyvät kilpailemaan hyvin nurmen perustamisvuonna. Nämä yrtit selviävät parhaiten pidemmällä ajanjaksolla, vaikka kaikilla yrteillä on maanviljelijöiden kokemuk-

sen mukaan vaikeuksia säilyä hengissä talven yli. Pitkäikäisimpiä näistä yrteistä ovat tutkimuksen mukaan sikuri ja kumina, joita pelloilta löytyi vielä 5-6 vuoden päästä niiden kylvämisestä. Sikuri kestää syväjuurisena hyvin kuivuutta. Yrtit ylipäättään kestävät nurmea paremmin kuivuutta.

Vaarstin ja Kudahlin (2015) mukaan tanskalaiset maanviljelijät käyttävät yrttejä sekä laidunnurmes-
sa että säilörehunurmessa. Yrttien viljely raidoittain sekä yrttien määrän lisääminen hehtaaria koh-
den voi lisätä yrttien kilpailukykyä. Tutkimuksessa havaittiin, että lehmät söivät mielellään sekä
tuoreita yrttejä että yrttejä sisältävää säilörehua, pois lukien sikurin, johon säilörehua tehdessä hel-
posti kontaminoituu maa-ainesta. Tutkimuksessa ilmeni yrttien käytön haittapuolina siementen kal-
leus sekä se, ettei selviä hyötyjä välttämättä eläimissä pystytäkään näkemään. Myös yrttien talvenkestä-
vyys on haastavaa.

2.5.1 Sikuri, heinäratamo, keltamaite ja kumina

Sikuri (*Cichorium intybus*) on maustekasvi ja sen uutetta käytetään yleisesti kahvin korvaavissa
virvoitusjuomissa (Barry 1998). Laidunseoksissa sitä käytetään kivennäisten lähteenä (Jančic ym.
2016) sekä kompensoimaan kuivia olosuhteita rotaatiolaidunnuksessa (Lancashire 1978).

Vegetatiivisessa tilassa olevan sikurilaitumen metabolinen energiapitoisuus on melko korkea (Barry
1998). Reesen ja Harbornen (1985) mukaan sikurissa on myös tanniineja, mutta ei riittävästi vaikut-
tamaan pötsin toimintaan. Sikuri sisältää myös alhaisia pitoisuuksia seskviterpeenilaktoneja (laktu-
siinia, laktukopikriinia ja 8-deoksilaktusiinia), kikiroriinia (kumariini) and sikurihappoa (kahvihapon
johdannainen). Seskviterpeenilaktonit ja sikurihappo haittaavat hyönteisiä, jolloin ne jättävät kasvin
rauhaan. Niitä esiintyy myös kasvin juuren kudoksessa samoilla pitoisuuksilla ja voivat siellä vas-
tustaa myös maaperästä peräisin olevia mikro-organismeja.

Sikurin ravitsemuksellinen arvo vaihtelee (Sanderson ym. 2003). Kasvuvaiheessa lehtevän sikurin
ravintoarvot ovat parhaimmillaan. Sikurilla on taipumus siirtyä reproduktiiviseen tilaan ja muodos-
taa kukkia ja siemeniä kesän aikana, jonka vuoksi mekaanista niittoa suositellaan loppukesästä
(Barry 1998 ref. Clark ym. 1990). Näin sikurin ravintoarvot säilyvät korkeina.

Heinäratamon (*Plantago lanceolata*) lehti on mineraalirikas ja laiduntaville eläimille tuoreena hyvin
maistuva (AHDB Beef & Lamb, 2019, Stewart 1996 ref. Bhadresa 1987). Ratamo on nopeakasvui-
nen, sietää kuivuutta ja kestää yleisiä tauteja ja tuholaisia (AHDB Beef & Lamb 2019). Stewartin

(1996) mukaan ratamossa on pieni soluseinän osuus, vähän selluloosaa ja NDF- ja ADF (happode-tergentti) –kuitua, mutta raiheinään verrattuna enemmän raakavalkuaista ja ligniiniä. Ratamon lehdet ovat suurelta osin helposti fermentoituvassa muodossa, sisältäessään rakennehiilihydraatteja ja tanniineja (14 g/kg ka) (Barry 1998 ref. Jackson ym. 1996).

Kousan ym. (2008) mukaan keltamaitteella (*Lotus corniculatus*) on syvälle ulottuva juuri, jonka vuoksi se kestää hyvin kuivuutta, mutta kestää myös märkyyttä. Suositus maan pH-arvolle on 6,2 – 6,5. Keltamaitetta voi käyttää täydentämään valkoapilaa vaihtelevissa kasvuoloissa, mutta valkoapila voi hävittää sen kasvustosta. Tämän vuoksi seokseen suositellaan timoteita ja nurminataa. Keltamaitteen kylvömääränä laidunseoksissa on 5 – 12 kg/ha, mutta pienemmilläkin määrillä kasvusto voi onnistua. Keltamaitteen kehitys on keväällä muita lajeja hitaampaa, joten sitä sisältävät kaistat kannattaa syöttää viimeisimpänä. Keltamaite tarvitsee vihreitä lehtiä uuteen kasvuunsa, joten sitä ei kannata laiduntaa liian matalaksi (Kousa ym. 2008).

Kumina (*Carum carvi*) on kaksivuotinen sarjakukkaiskasvi ja kasvaa Suomessa myös luonnonvaraisena (Tuomivaara 2009, s. 85). Kuminaa viljellään yleensä siementen takia, mutta se käy koko kasvina myös nurmiseoksiin ja laitumiin. Kuminan siemenessä on jopa 6 % eteerisiä öljyjä, jotka antavat kasville sille ominaisen voimakkaan tuoksun. Kuminan siemenissä on myös proteiineja, vitamiineja ja flavonoideja. Tutkimustuloksia kuminan käytöstä eläinten rehuna löytyy enemmän siemenuutteesta tai kuminan öljystä kuin kuminan kasvustosta.

2.5.2 Yrttien vaikutukset syöntiin ja maitoon

Gregorinin ym. (2013) tutkimuksessa sikuria ja ratamoa laiduntavat lypsylehmät pureskelivat rehua enemmän laiduntaessaan. Lehmien märehtimisaika lyheni jopa 90 minuuttia kun niiden rehu sisälsi 60 % sikuria ja ratamoa, verrattuna vähemmän sikuria ja ratamoa saaneisiin. Samankaltaisia tuloksia oli myös Barryn (1998) katsauksessa.

Barryn (1998) mukaan sikuri aiheuttaa maitoon hieman kitkerää makua ja sen vuoksi sen syöntiä lypsylehmillä rajoitetaan kahteen tuntiin päivässä eli 25 prosenttiin päivän kuiva-ainesyönnistä. Sopiva sikurin laiduntamiskorkeus on noin 25 - 30 cm. Tottyn ym. (2013) tutkimuksessa laidunseos, joka sisälsi sikuria, lootusta (*Lotus pedunculatus*) ja ratamoa, runsaasti sokeria sisältävää raiheinää ja valkoapilaa, lisäsi lehmien päivittäistä maitotuotosta 1,7 – 2,2 kg verrattuna vain raiheinää ja valkoapilaa syöneisiin lehtiin. Laidunseos laski myös maidon ureatypen pitoisuutta 1,9 - 2,6

mmol/l ja vähensi typen erityistä virtsasta 84,5 - 72,8 g päivässä verrattuna lehmiin, jotka söivät raiheinää ja valkoapilaa.

Petersenin ym. (2011) tutkimuksessa lehmät söivät tuoreyrttiseosta, joka sisälsi mm. sikuria (41 %), ratamoa (21 %), keltamaitetta (6 %) ja kuminaa (3 %). Yrttiseosta syöneiden lypsylehmien maidon n-3 sekä n-6 rasvahappojen muuntotehokkuus rehusta maitoon kasvoi huomattavasti tuoretta apilaseosta tai tavanomaista säilörehua syöneisiin verrattuna. n-3 -rasvahappojen määrä oli yrttiseosta syöneillä lehmillä 0,7 g/kg maitoa ja apilaa syöneiden 0,4 g/kg maitoa. n-6 rasvahappojen määrä oli sikuria syöneillä 1,3 g/kg maitoa ja apilaa syöneillä 0,7 g/kg maitoa.

Grigolin ym. (2012) tutkimuksessa sikurilaidun (10 kg/ha) lisäsi uuhien päivittäistä maidontuotantoa 240 g – 251 g verrattuna kaura-berseem (Egyptin apila) seoslaitumella olleiden maitotuotokseen. Sikuri (1,5 kg/ha) raiheinälaitumella lisäsi lehmien maidontuotantoa 1,9 kg päivässä verrattuna pelkällä raiheinälaitumella olleiden lehmien maitotuotokseen Roca-Fernándezin ym. (2016) tutkimuksessa. Huttonin ym. (2011) tutkimuksessa sikuria, ratamoa ja valko- ja puna-apilaa sisältävällä laitumella oli positiivinen vaikutus uuhien maidontuotantomääriin sekä uuhien että lampaiden elopainoon ja uuhien kuntoluokkaan verrattuna raiheinälaitumella oleviin. Yrttilaitumella olleet uuhet tuottivat 17 – 25 % enemmän maitoa kuin raiheinälaitumella olleet. Minneén ym. (2017) tutkimuksessa lypsylehmät saivat ratamoa tai sikuria 40 % kuiva-aineesta, minkä seurauksena lehmien maidontuotanto kasvoi päivässä lehmää kohden keskimäärin 0,7 – 1 kg verrattuna raiheinälaidunta syöneisiin.

Doran-Brownen ym. (2015) tekemän mallinnustutkimuksen mukaan keltamaitetta syöneillä lampailla metaanintuotanto vähenisi 5 - 15 g/kg syötyä keltamaitetta. Mirin ym. (2013) tutkimuksessa kuminansiemenuutetta 1,27 % kuiva-aineen syönnistä saaneilla vuohilla oli 11,8 % alhaisemmat päivittäiset metaanipäästöt kuin kontrolliryhmällä.

2.5.3 Yrttien muut vaikutukset

Lagrangen ym. (2017) tutkimuksessa keltamaite lihakarjan rehussa lisäsi eläinten kasvua. Lihakarjan kasvu oli 34 prosenttia nopeampaa verrattuna sinimailasta syöneisiin. Lisäksi lampaiden lihan tuotanto lisääntyi 2,4 – 3,1 %, kun keltamaitteen osuus kuiva-aineen syönnistä oli 40 % (Doran-Browne ym. 2015). Al-Anbarin ym. (2013) tutkimuksessa saatiin kuminaöljyllä positiivisia vaikutuksia broilereiden painoon.

Marleyn ym. (2003) tutkimuksessa sikuria syöneet lampailla oli yli viiden viikon koejakson jälkeen merkittävästi parempi kuntoluokka ja suurempi päiväkasvun lisäys (19 - 24 g/pv) kuin keltamaitetta tai raiheinää ja valkoapilaa laiduntaneilla. Ratamoa syöville lampailla oli suhteessa suuremmat munuaiset ja kudoksen vaste insuliinille kasvoi lampaiden rehun sisältäessä ratamoa (Deaker ym. 1994).

Sikurin ja keltamaitteen on tutkitusti todettu vähentävän laiduntavien lampaiden loisia. Sikuri vähensi laiduntaneiden lampaiden ulosteessa olevien sukkulamatojen määrää (Barry 1998 ref. Scales ym. 1995) ja sikuria syöville lampailla oli vähemmän aikuisia ja kypsymättömiä suolistomatoja (Marley ym. 2003). Marleyn ym. (2003) tutkimuksessa keltamaitetta syöneillä lampailla todettiin vähemmän aikuisia suolistomatoja ja alhaisempi suolistomatojen munien määrä lannassa. Keltamaitelaidun voi toimia sekä *Haemonchus contortus* (Hc) loistartunnan ehkäisijänä että lampailla terveyden edistäjänä korkean tanniinipitoisuutensa ansiosta (Mata-Badrino ym. 2018). Keltamaitteella on tehokas rehun muuntokyky eikä se aiheuta puhaltumista (Ates ym. 2017).

Somasirin ym. (2015) tutkimuksessa ratamo- ja sikurisekoitusta sisältävien laidunten syöttö kasvatti lampaiden elopainoa 57 – 111 g/päivä, teuraspainoa sekä ruhon painoa. Barryn (1998) katsauksen mukaan sikuria syöneiden nuorten lampaiden ja peurojen kasvu oli peuroilla 41 % ja lampailla 70 % nopeampaa loppukesästä ja syksyllä, verrattuna pelkkää raiheinää laiduntaneisiin.

Fraserin ja Rowarthin tutkimuksessa (1996) sikurin (5 kg/ha) tai keltamaitteen (4 kg/ha) laiduntaminen lisäsi lampaiden villan tuottoa. Keltamaitelaitumella olleiden lampaiden villan tuotanto oli kolmantena tutkimusvuonna 2,86 kg kun se raiheinälaitumella olleilla oli 1,69 kg. Tämä liittyy etenkin keltamaitteen sisältämiin tanniineihin. Sikurilaitumella villan tuotanto oli 2,54 kg kolmantena vuonna. Doran-Brownen ym. (2015) tutkimuksessa keltamaiteruokinta (40 % kuiva-aineen syönnistä) lisäsi lampaiden villantuotantoa 3,1 – 3,4 %.

Prihofer-Walzl ym. (2011) mukaan mausteyrtit kuten sikuri, ratamo, kumina ja pikkuluppio sisältävät suuremmat pitoisuudet makromineraaleja P, Mg, K ja S ja mikromineraaleja Zn ja B kuin ruohot ja palkokasvit. Näin ollen yrttien käyttö laidunrehussa voi parantaa tehokkaasti laidunrehun mineraalipitoisuuksia. Luomulaidunrehun kivennäiskoostumus voi vaihdella enemmän kuin tavanomaisen laidunrehun, mikä pitää ottaa eläinten ruokinnassa huomioon (Kuusela 2006).

3 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkielman tavoitteena on tarkastella Luomussa vara parempi – ruokaa ja digi hyötykäyttöön (LuoVaPa) -hankkeeseen liittyvän luomulaidunnuskokeen ensimmäisen laidunnuskesän tuloksia. Tutkielmassa esitellään luomulaidunnusta ja rotaatiolaidunnusta yleisesti, laidunnuksen hyötyjä, käydään läpi laitumen määrä- ja laatutavoitteita sekä kerrotaan laidunnuskokeessa mukana olleista yrteistä, niiden käytöstä ja hyödyistä kotieläinten ruokinnassa. Tutkielmassa tarkastellaan myös rukiin käyttöä laitumen uudistamisessa.

Mustialan opetus- ja tutkimustilalla Tammelassa lehmien laitumia uudistetaan ja kesällä 2019 laidunnurmen perustamisessa käytettiin yhdellä laidunkaistalla ruista suojaviljana. Uudistettavalle laidunlohkolle kylvettiin rukiin lisäksi laidunseosta, joka sisälsi myös sikuria, heinäratamoa, keltamaitetta ja kuminaa. Lehmä laidunnettiin päivittäin isommasta laidunlohkosta jaetuilla viidellä kaistalla. Joka päivä laidunnuksessa oli eri kaista.

Lehmien laiduntamista sekä kahden laidunkaistan (1 ja 4) kasvuston tilaa seurattiin ja näiltä kahdelta laidunkaistalta otettiin analysoitaviksi kasvustonäytteitä. Kaistalta 1 näyte otettiin neljänä päivänä ja kaistalta 4 kuutena päivänä. Lopuksi tutkittiin myös laiduntamisen vaikutuksia lehmien maitotuotokseen.

Oletuksena oli, että päivittäin laidunkaistaa vaihtamalla nurmikasvusto pysyy laadukkaana ja määrällisesti riittävänä eläinten rehuna ja että ruis sopii laidunnettavaksi suojaviljaksi. Toivottiin, että lehmät innostuisivat kaistoilla laiduntamaan ja syömään runsaasti laidunrehua. Oletettiin myös, että yrteillä voisi olla positiivisia vaikutuksia lehmien laidunnurmen syöntiin ja maitotuotokseen.

4 Aineisto ja menetelmät

4.1 Laidunkaistat ja laidunnus

Lounais-Hämeessä, Tammelassa, sijaitseva Mustialan opetus- ja tutkimustila kuuluu Hämeen ammattikorkeakouluun (HAMK). Mustiala on HAMK:in vanhin kampus, jossa alkoi maanviljelysoppilaitoksen toiminta vuonna 1840. Tällä hetkellä siellä järjestetään HAMK:in maaseutuelinkeinojen ja hevostalouden koulutukset sekä Hämeen ammatti-instituutin maatalouden perustutkinnon ja mehiläistarhauksen koulutukset. Mustialan kampus on siirtynyt luomutuotantoon ja toimii tutkimuksellisessa yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen, neuvonnan, teollisuuden ja kaupan kanssa (HAMK 2019).

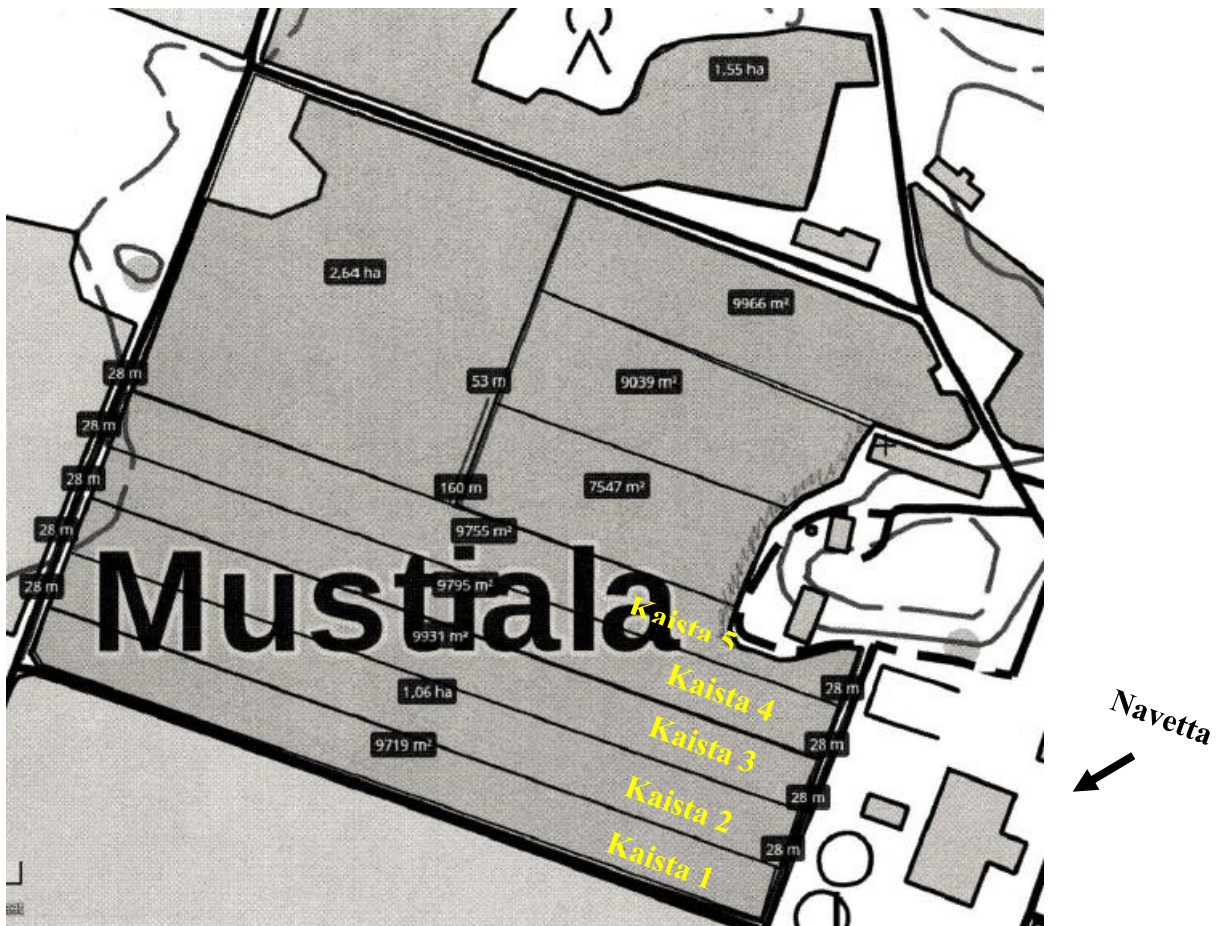
Mustialan opetusmaatilan kokonaispinta-ala on noin 1100 hehtaaria, josta peltoa on noin 180 hehtaaria (Virtuaalikylä 2019). Mustialan navetta on vuonna 2015 valmistunut pihattonavetta, jossa on noin 90 paikkaa lypsylehmille ja noin 70 paikkaa nuorkarjalle. Navetassa on käytössä mm. automaattinen ruokintajärjestelmä, lypsyrrobotti, puhdistusrobotti, vasikanjuottojärjestelmä ja lannanpoistojärjestelmä. Tila on siirtynyt luomuun ja 185 hehtaarin peltoviljelyssä oli kesällä 2019 menossa 2. siirtymävuosi. Lehmien siirtymäkausi luomutuotantoon alkoi marraskuussa 2019. Vuonna 2018 Mustialan opetus- ja tutkimustilalla viljeltiin luonnonmukaisesti ohraa, syysvehnää, härkäpapua, hernettä, kauraa ja nurmea. Vuonna 2019 tilalla viljeltiin luonnonmukaisesti leipä- ja rehuviljaa, härkäpapua, rehumaisia sekä nurmea (Virtuaalikylä 2019).

Kesällä 2019 Mustialassa kokeiltiin lypsylehmien rotaatiolaiduntamista. 60 lypsylehmää laidunsi viiden hehtaarin kokoisella loholla. Lypsylehmien laidunlohko oli puolet 10,27 hehtaarin Kuivuri-lohkosta (kuva 1). Loppu lohko oli aidattu umpilehmiä ja tiineitä hiehoja (15 kpl) sekä vasikoita (23 kpl) varten, jotka eivät osallistuneet rotaatiolaidunnukseen. Kuivurilohkon maalaji vaihtelee lohkon eri osissa, ollen runsasmultaista hiuesavea ja runsasmultaista hietasavea. Lohkon reunoissa on kevyttä maata kuten hiesua ja keskiosassa savimaata. Lohkolla on muutamia kosteampia kohtia koko lohkon leveydeltä.

Laidun oli perustettu vuonna 2017 monipuolisella laidunnurmiseoksella, joka sisälsi timoteita (Tammisto II), nurminataa (Kasper), englanninraiheinää (Riikka) ja valkoapilaa (Sonja), suojakasveinaan kaura ja herne. Sitä oli myös vuonna 2018 täydennyskylvetty apiloiden ja heinien siemen-

seoksella. LuoVaPa-hankkeen alkaessa laidunlohko jaettiin viiteen yhtä suureen kaistaan (kuva 1) sähköaidoilla. Kaistat olivat pitkiä ja kapeita, ja kaistojen loppupäähän oli navetan ovelta lehmillä matkaa noin 500 metriä. Laidunkausi alkoi 27.5.2019.

Tarkoituksena on uudistaa vuosittain yksi laidunkaistoista eli jokainen kaista uudistetaan joka viides vuosi. Kaista 1 uudistettiin keväällä 2019. Siihen levitettiin 27.4.2019 lietettä 20 m³/ha, 30.4.2019 se kynnettiin, 6.5.2019 lautasmuokattiin ja 6.5.2019 kylvettiin metsäruista 60 kg/ha ja laidunseosta 28 kg/ha. Laidunseos sisälsi timoteita, nurminataa, englanninraiheinää, niittynurmikkaa, ruokonataa ja puna-apilaa, alsikeapilaa ja valkoapilaa. Näiden lisäksi kylvettiin yrttejä: sikuria, keltamaitetta, heinäratamoa ja kuminaa yhteensä 2 kg/ha.



Kuva 1. Lohkolta jaetut lypsylehmien laidunkaistat. Lähde: Luomussa vara parempi 2019.

Rotaatiolaiduntamisen periaatteiden mukaisesti lehmät laidunsivat joka päivä eri kaistalla ajanjaksoilla 29.5.2019 – 21.8.2019. Lehmät päästettiin aamuisin laitumelle noin klo 7.30 – 10.00 ja haet-

tiin takaisin sisälle noin klo 19 – 20.00. Lehmillä oli vapaa pääsy navettaan koko päivän. Kaksikymmentä lehmää oli 3. - 6.7.2019 OKRA-näyttelyssä, jolloin laiduntavien lehmien määrä oli normaalia pienempi. 6.6.2018 ja 18.6.2019 lietteenajon vuoksi lehmät eivät päässeet laitumelle. 17.7.2019 soranajon vuoksi lehmät pääsivät laiduntamaan vasta klo 16. Lehmien sisäruokinnassa pidettiin päivittäin tauko, joka oli aluksi klo 7 – 15.00. Tauon pituus vaihteli laidunkauden edetessä. 22.6.2019 taukoa lyhennettiin kaksi tuntia. 8.7.2019 alkaen sisäruokintatauko oli klo 7 – 12. Lehmät saivat sisäruokintarehussa myös kivennäislisää. Lehmillä oli toisinaan mahdollisuus laiduntaa myös koko yö ja niillä oli myös pääsy navetan viereiseen jaloittelutarhaan ympäri vuorokauden. Navettaan sisälle pyrkivien lintujen vuoksi navetan oveen oli asetettu muovisuikaleita. Navetan henkilökunta kirjasi päivittäin vihkoon havainnot lehmien laiduntamisesta.

4.2 Kasvustonäytteet

Mustialan laidunkaistalta 1 otettiin kesän aikana kasvustonäytteet neljänä päivänä (20.6.2019, 6.7.2019, 17.7.2019 ja 21.8.2019) ja kaistalta 4 kuutena päivänä (29.5.2019, 11.6.2019, 19.6.2019, 6.7.2019, 17.7.2019 ja 14.8.2019). Näytteet käytiin ottamassa kaistoilta aamulla ennen kuin lehmät pääsivät laitumelle. Kahtena päivänä (29.5.2019 ja 11.6.2019) näytteet otettiin myös saman päivän iltana. Kasvustonäytteet otettiin kaistalta neljästä eri kohdasta, tasaisin välimatkoin koko kaistan pituudelta. Näytteiden ottamisessa käytettiin 0.5×0.5 m kehikkoa. Kehikko asetettiin laidunkaistaa edustaviin kohtiin nurmikasvustoon siten, että kehikon sisäpuolella kasvavat, kehikon alle jääneet korret otettiin mukaan näytteeseen (kuva 2). Ruoho leikattiin saksilla noin viiden sentin sänkikorkeuteen, jota noudatettiin jokaisessa näytteenotossa. Kehikon ympärillä kasvavien kasvien keskimääräinen pituus mitattiin kehikon neljältä eri sivulta ja merkittiin vihkoon.



Kuva 2. Kasvustonäytteen ottamiseen käytettiin kehikkoa. Lähde: Riikka Perttala.

Kaikki yhden kaistan neljä kehikollista laidunruohoa kerättiin samaan pussiin, joka punnittiin Mustialan navetalla digitaalivaa'alla. Punnitustuloksesta laskettiin tuoresadon määrä hehtaaria kohti. Kasvustonäyte levitettiin lopuksi muovin päälle lattialle, sekoitettiin huolellisesti ja siitä otettiin edustava noin 500 gramman näyte lähetettäväksi maitoauton mukana Valiolle Seinäjoen laboratorioon Artturi®-analyysiä varten. Näytteistä määritettiin koostumus: kuiva-aine, D-arvo, raakavalkuainen, kuitu, sulamaton kuitu, tuhka ja sokeri sekä rehuarvot ME, OIV ja PTV. Kivennäis- ja hivenaineista määritettiin kalsium, fosfori, kalium, magnesium, kupari, mangaani, sinkki, rauta ja seleeni, mutta niitä ei tilattu joka näytteestä.

Botaanista analyysiä varten kerättiin näytteitä kaistalta 1 kolme kertaa ja kaistalta 4 kaksi kertaa. Näyte otettiin samalla menetelmällä kuin rehuanalyysiä varten. Tämäkin kasvustonäyte punnittiin ja siitä laskettiin hehtaarisato. Botaaninen analyysi suoritettiin samana päivänä Luonnonvarakeskuksen tiloissa Jokioisilla. Ensimmäisessä analyysissä eroteltiin käsin apilat, heinistä yleisimmät nata ja timotei omiin laatikkoihinsa ja muut heinät erikseen omaan laatikkoonsa. Tulosten laskennassa kaikki heinät on kuitenkin käsitelty yhtenä heinäryhmänä. Rikkakasvit eroteltiin myös omiin laatikkoihinsa. Kaistan 1 näytteestä lajiteltiin lisäksi yrtit ja ruis (kuva 3). Seuraavilla botaanisen analyysin kerroilla ei enää eroteltu eri heinälajeja vaan kaikki heinäkasvit laitettiin samaan laatikkoon. Erottelun jälkeen jokaisen laatikon sisältö punnittiin Mettler Toledo, ICS226 –digitaalivaa'alla. Punnitustulokset kirjattiin ylös ja niistä vähennettiin tyhjän laatikon paino. Laatikoiden sisällöt pusitettiin (kuva 4) ja pakastettiin Luonnonvarakeskuksen pakastimessa myöhemmin Luonnonvarakeskuksessa tehtävää kuiva-aineanalyysiä varten.



Kuva 3. Kasvien lajittelu botaanista analyysiä varten 17.7.2019. Lähde: Riikka Perttala.



Kuva 4. Kaistan 1 botaanisen analyysin näytteet (17.7.2019). Lähde: Riikka Perttala.

Kaistalla 4 suoritettiin puhdistusniitto 13.6.2019 ja kaistalla 1 24.6.2019. Puhdistusniitolla tavoiteltiin 20 cm niittokorkeutta. Jokaisen lypsylehmän päivittäinen maitotuotos (l) tallentui lypsyrobotin (Lely Astronaut A4) tietokantaan lypsyn yhteydessä.

5 Tulokset

5.1 Laidunnus

Rotaatiolaidunnus onnistui käytännössä hyvin, lehmät päästettiin aamuisin laitumelle ja haettiin tarvittaessa illalla sisään, jos eivät itse olleet kaistalta pois tulleet. Muutaman kerran lehmät saivat laiduntaa koko yön, mutta aamulla lehmiä ei kuitenkaan ollut kaistalla kuin muutama. Lehmät laidunsivat kaistoilla laiskasti, osa lehmistä laidunsi vähemmän innokkaasti kuin toiset.

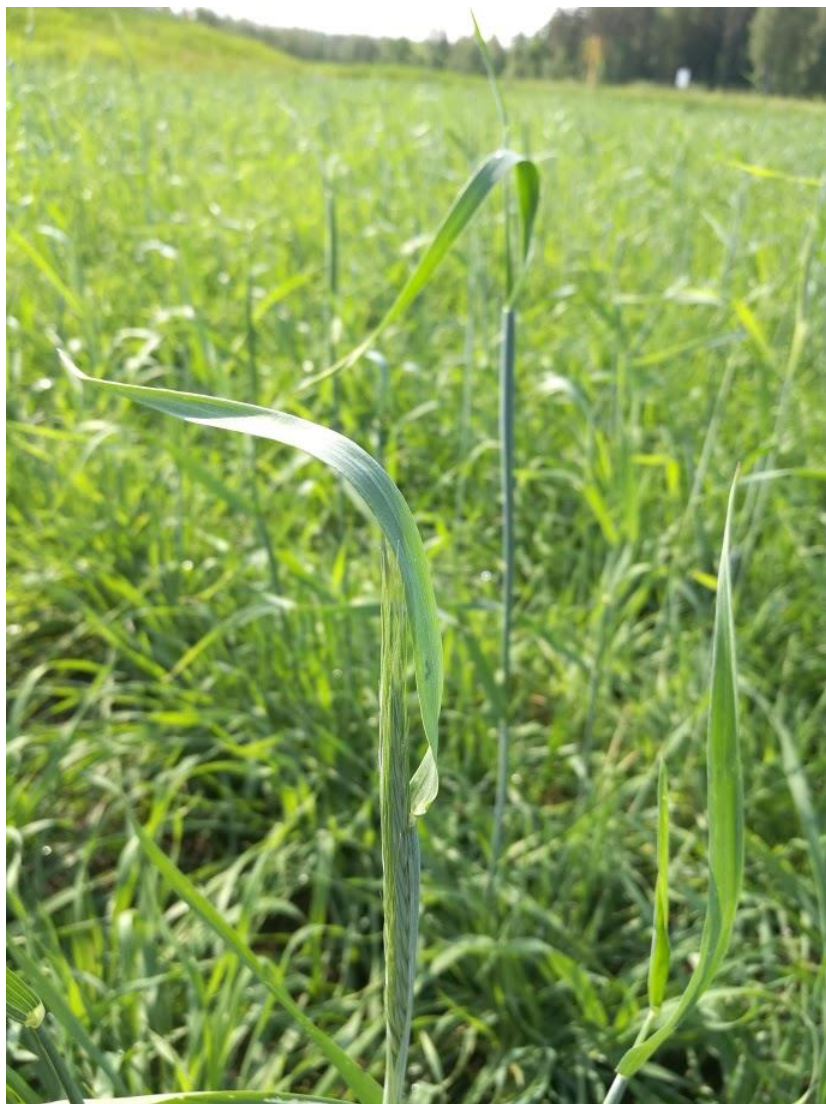
5.2 Laidunnurmien kasvu ja rehuarvot

5.2.1 Keväällä perustettu yrttejä sisältävä laidun (Kaista 1)

Kaistalla 1 oli 20.6.2019 havaittavissa jo rukiin tähkiä (kuvat 5 ja 6) ja kasvuston korkeus oli keskimäärin 25 cm (taulukko 1) eli se oli laidunnettavissa. Kasvustonäytteen tuoresato hehtaaria kohti oli 6700 kg (taulukko 2). Botaanisen analyysin perusteella rukiin osuus kasvustonäytteen kuiva-aineesta oli suurin, 0,93 kg/kg (kuva 7). Yrttien osuus oli pienin, mutta kaistalla erottui kasvuston yrteistä etenkin sikuri (kuva 8) ja heinäratamo (kuva 9), mutta myös keltamaitteen (kuva 10) ja kuminan (kuva 11) alkuja oli havaittavissa.



Kuva 5. Kaistalla 1 oli oras jo pitkää 19.6.2019. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.



Kuva 6. Ruis oli tähkällä 20.6.2019. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.

Taulukko 1. Kaistan 1 kasvuston korkeus, tuore- ja kuivasatomäärät kg/ha. Puhdistusniitto suoritettiin 13.6.2019.

PVM	Kasvuston korkeus (cm)	Tuoresato (kg/ha)	Kuiva-ainesato (kg ka/ha)
20.6.	24,9	6700	1179
6.7.	23,0	8950	1593
17.7.	23,9	10755	2506
21.8.	19,5	5860	1453



Kuva 8. Sikurin taimi erottui kasvustosta vaalean vihreänä 19.6.2019. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.



Kuva 9. Heinäratamon kasvu oli päässyt jo hyvään alkuun 19.6.2019. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.



Kuva 10. 19.6.2019 hennon vihreä keltamaite oli kasvunsa alussa. Ruis oli vihreää. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.



Kuva 11. Kaistalta etsittiin kuminan taimia 19.6.2019. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.

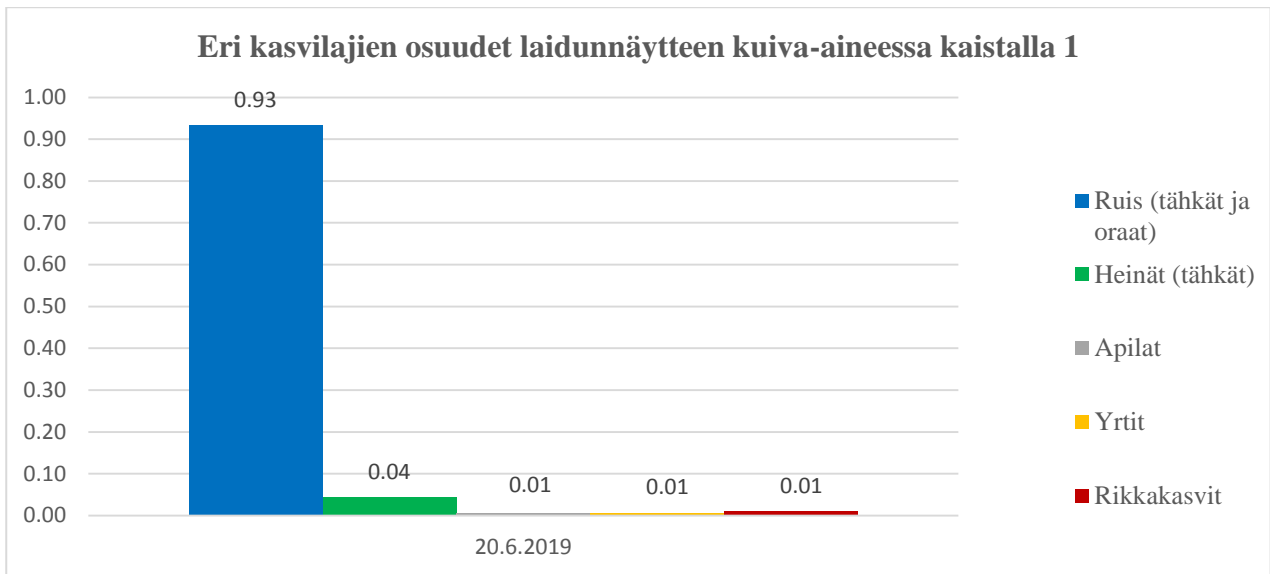
Heinäkuussa kaista 1 (kuva 12) oli edelleen vihreä ja joukossa kasvoi harvakseltaan rukiin tähkiä. Kasvuston korkeus 6.7.2019 oli keskimäärin 23 cm ja arvioitu tuoresato hehtaaria kohti 8950 kg. Kasvuston korkeus seuraavalla näytteenottokerralla 17.7.2019 (kuva 13) oli keskimäärin 23,9 cm ja arvioidun tuoresadon määrä 10755 kg/ha. Botaanisen analyysin perusteella (kuva 14) rukiin osuus kuiva-aineesta kaistalla oli laskenut ja nyt heinät olivat suurin ryhmä, 0,62 kg/kg. Yrttien osuus oli noussut, lähes apiloiden tasolle. Rikkakasvit olivat entisestään lisääntyneet. Kaistalla kasvoi hyvin sikuria ja heinäratamoa, mutta myös keltamaite oli päässyt kasvun alkuun. Kaistan alkupäässä oli havaittavissa aukkoja kasvustossa.



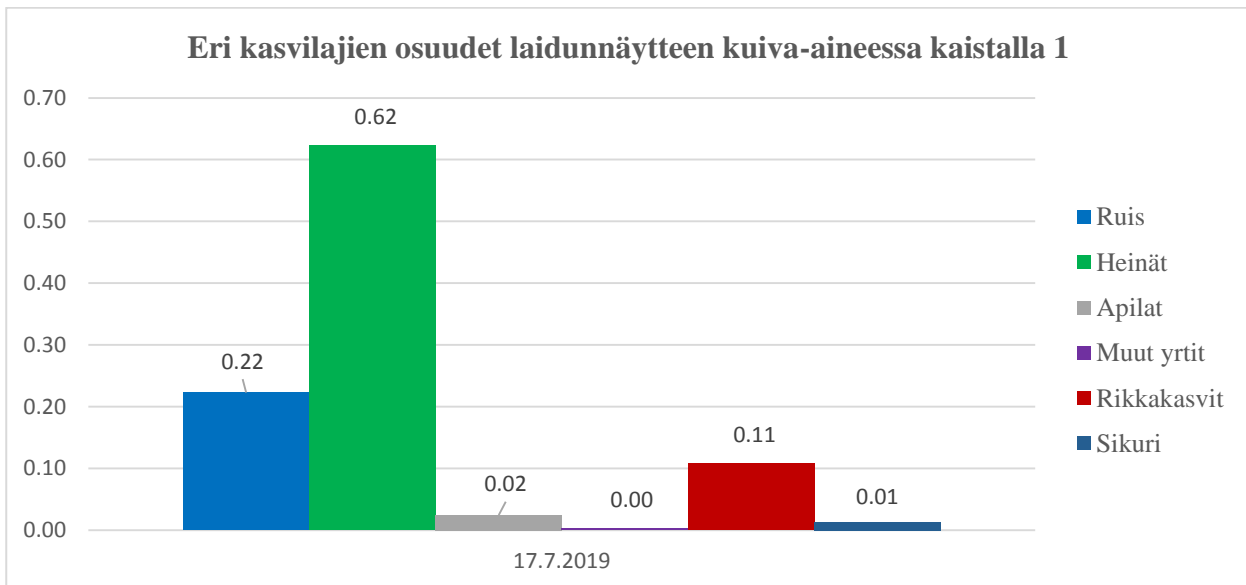
Kuva 12. 1 kaistalla nurmi oli edelleen vihreää ja rukiissa oli tähkät 6.7.2019. Lähde: Riikka Perttala.



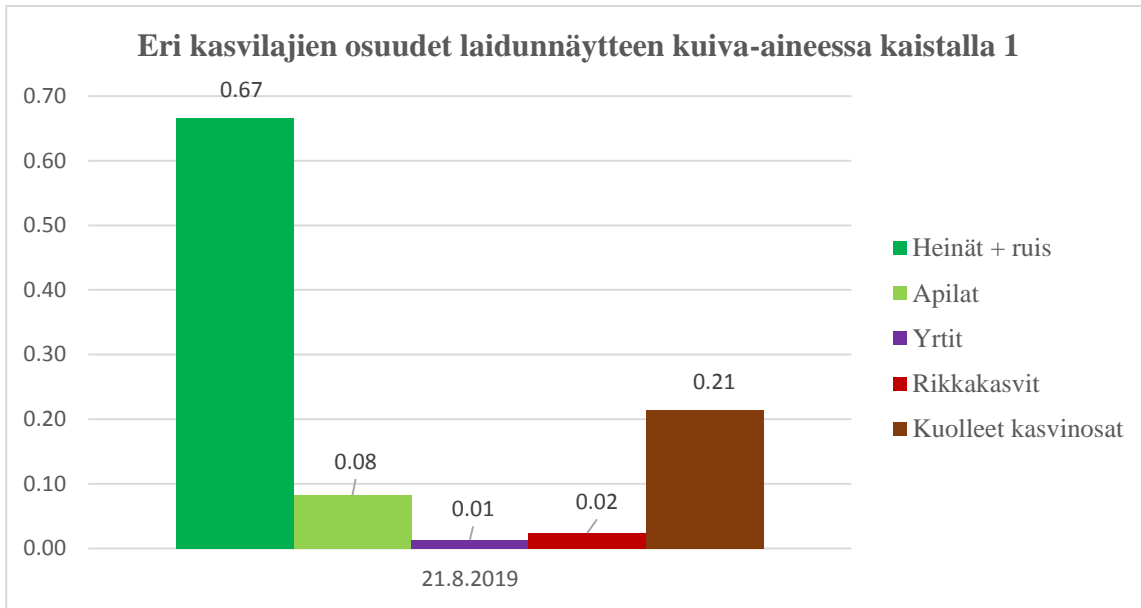
Kuva 13. Kaistalla 1 nurmi vihersi ja rukiin korret erottuivat selvästi muusta kasvustosta 17.7.2018. Lähde: Riikka Perttala.



Kuva 7. Eri kasvilajien osuudet laidunnäytteen kuiva-aineessa (kg/kg) (botaaninen analyysi) kaistalla 1 20.6.2019. Lähde: Riikka Perttala.



Kuva 14. Eri kasvilajien osuudet laidunnäytteen kuiva-aineessa (kg/kg) kaistalla 1 17.7.2019. Lähde: Riikka Perttala.



Kuva 16. Eri kasvilajien osuudet laidunnäytteen kuiva-aineessa (kg/kg) kaistalla 1 17.7.2019. Lähde: Riikka Perttala.



Kuva 15. 8.8.2019 kaista 1 ei ollut enää vehreä kuten vielä heinäkuun puolivälissä. Lähde: Riikka Perttala.

Elokuussa kaistan 1 kasvusto oli jo vanhentunut edelliseen näytteenottokertaan verrattuna eikä enää vehreä kuten aiemmin (kuva 15). Maan pinnassa oli nähtävissä kuivettuneita heiniä ja niitettyjä rukiin tähkiä. Rukiin korret olivat pitkiä ja tähkäisiä. Kasvuston arvioitu tuoresato hehtaaria kohti oli 5860 kg. Botaanisen analyysin perusteella heinien ja rukiin osuus kasvuston kuiva-aineesta oli suurin, 0,67 kg/kg (kuva 16). Apiloiden osuus oli vähän kasvanut. Yrttien ja rikkakasvien osuudet olivat pienimmät. Kaistalta löytyi kuitenkin edelleen yrttejä, etenkin ratamoa ja sikuria, jotka olivat kasvaneet isoiksi. Analyysissä eroteltiin tällä kertaa myös kuolleiden kasvinosien osuus kuiva-aineesta.

Kaistan 1 kasvuston kuiva-aine- ja kuitupitoisuudet lähtivät loivaan nousuun 6.7.2019 (taulukko 2). Sokeripitoisuus vaihteli niin, että se oli suurimmillaan heinäkuun puolivälissä otetussa näytteessä. Kasvuston tuhkapitoisuus laski tasaisesti koko kesän. D-arvo ja raakavalkuaispitoisuus laskivat loivasti koko kesän ajan. D-arvo oli kesän alussa 722 g/kg ka ja elokuussa enää 603 g/kg ka.

OIV- ja energiapitoisuudet laskivat huomattavasti koko tarkastelujakson ajan (taulukko 3). Heinäkuun puolessa välissä nurmen PVT-arvo oli negatiivinen.

Taulukko 2. Laidunrehun kemiallinen koostumus kaistalla 1.

pvm	Kuiva- aine g/kg	D-arvo g/kg ka	Raakavalkuainen g/kg ka	Kuitu g/kg ka	Sokeri g/kg ka	Sulamaton kuitu g/kg ka	Tuhka g/kg ka
20.6.	176	722	249	436	78	31	94
6.7.	178	689	144	473	167	66	81
17.7.	233	676	113	512	212	92	76
21.8.	248	603	137	619	89	155	66

Taulukko 3. Laitumen rehuarvot kaistalla 1.

PVM	ME, MJ/kg ka	OIV, g/kg ka	PVT, g/kg ka
20.6.	11,6	106	97
6.7.	11,0	88	15
17.7.	10,8	82	-9
21.8.	9,7	78	22

ME = muuntokelpoinen energia OIV = ohutsuolesta imeytyvä valkuainen PVT = pötsin valkuaisrase

Kaistan 1 kivennäisainepitoisuuksista (taulukko 4) kalsiumpitoisuus kohosi loivasti koko kesän ajan. Fosforipitoisuus vastaavasti laski. Nurmen kasvuston kaliumpitoisuus laski voimakkaasti koko laidunnusjakson ajan. Magnesiumpitoisuus oli nurmessa kesäkuussa 0 g/kg ka, mutta nousi siitä koko ajan vähitellen.

Taulukko 4. Laidunruohon kivennäisainepitoisuudet kaistalla 1.

PVM	Kalsium g/kg ka	Fosfori g/kg ka	Kalium g/kg ka	Magnesium g/kg ka
20.6.	5,6	5,5	47,7	0
6.7.	6,6	4,4	26,6	2,2
21.8.	6,8	4,3	20,0	2,8

Rautapitoisuus nousi jyrkästi arvosta 70 mg/kg ka ollen kesän lopussa 580 mg/kg ka (taulukko 5). Mangaanipitoisuus nousi loivemmin ja sinkkipitoisuus puolestaan laski. Kuparipitoisuus pysyi kasvustossa melko tasaisena koko kesän ajan.

Taulukko 5. Laidunruohon hivenainepitoisuudet kaistalla 1.

PVM	Kupari mg/kg ka	Mangaani mg/kg ka	Sinkki mg/kg ka	Rauta mg/kg ka
20.6.	7	39	26	70
6.7.	5	43	20	540
21.8.	5	55	22	580

5.2.2 Laidunnurmi kaistalla 4

Lehmät pääsivät laiduntamaan kaistalle 4 ensimmäistä kertaa 29.5.2019. Tuolloin kaistan kasvuston korkeus oli keskimäärin 25 cm ja se oli vihreää heinäkasvustoa. Apilaa oli nähtävissä (kuva 17). Kasvustonäytteen tuoresato hehtaaria kohti oli 7600 kg.



Kuva 17. Kaista 4 vihersi ja oli valmis laidunnettavaksi 29.5.2019. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.

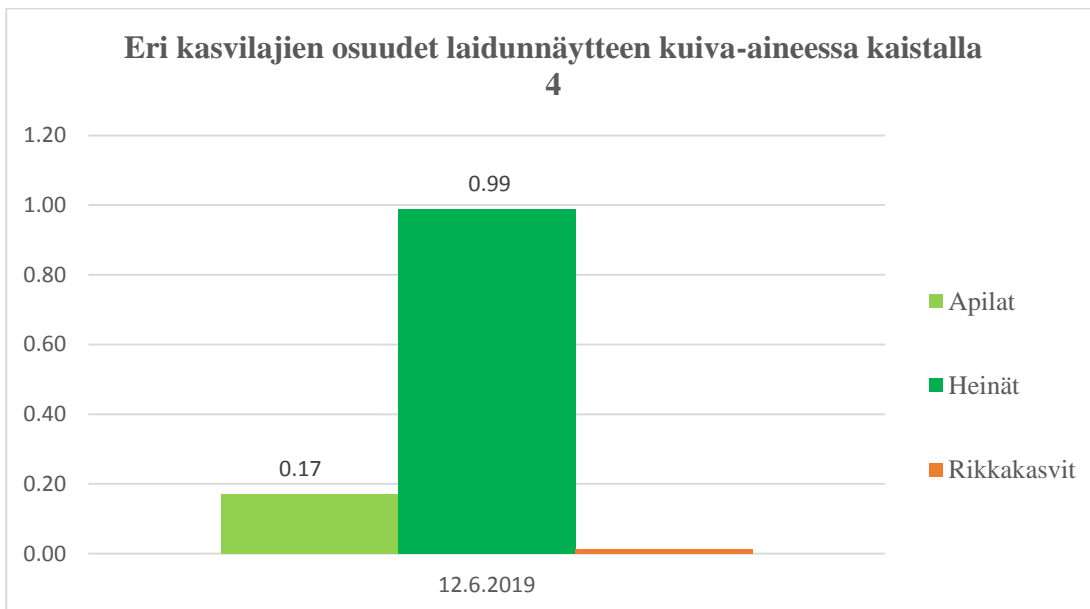
19.6.2019 kaistan 4 kasvusto oli vehreää ja valkoapilaa oli runsaasti (kuva 18). Kasvuston korkeus oli keskimäärin 24 cm ja hehtaarisato tuorepainolla 12180 kg (taulukko 6). Botaanisen analyysin mukaan kasvustosta oli suurin osa heiniä (kuva 19).

Taulukko 6. Kaistan 4 kasvuston korkeus, tuore- ja kuivasato hehtaarilla. Puhdistusniitto suoritettiin 13.6.2019.

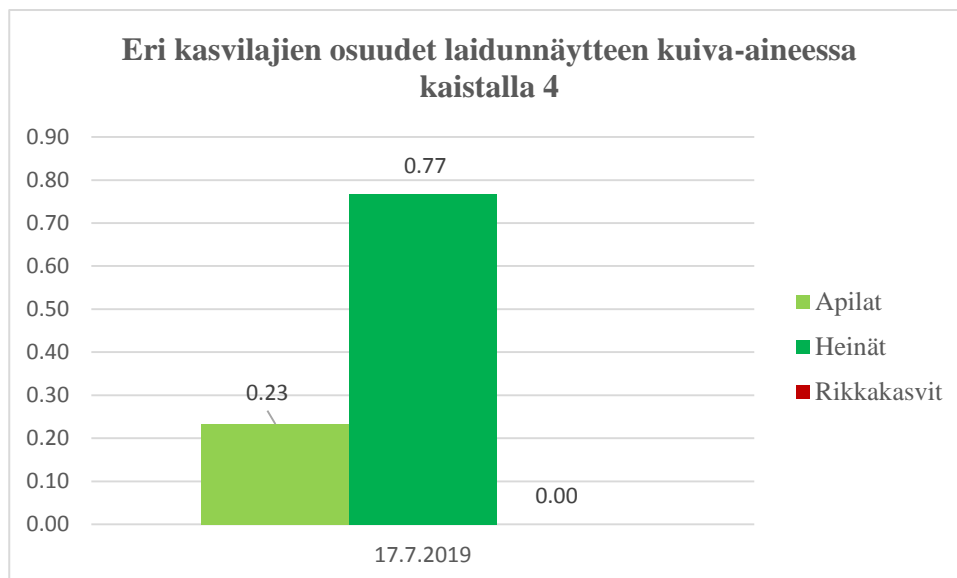
PVM	Kasvuston korkeus (cm)	Tuoresato (kg/ha)	Kuiva-ainesato (kg ka/ha)
29.5.	25	7600	1577
11.6.	47	1120	2682
19.6.	24	12180	2996
6.7.	26	9850	2788
17.7.	25	11230	3335
14.8.	19	8570	2100



Kuva 18. 4 kaistalla kukkivat apilat 19.6.2019. Lähde: Kaisa Kuoppala. Kuvan julkaisemiseen on saatu lupa Kaisa Kuoppalalta.



Kuva 19. Eri kasvilajien osuudet laidunnäytteen kuiva-aineessa (kg/kg) laidunnäytteessä kaistalla 4 12.6.2019. Lähde: Riikka Perttala.



Kuva 21. Eri kasvilajien osuudet laidunnäytteen kuiva-aineessa (kg/kg) kaistalla 4 17.7.2019. Lähde: Riikka Perttala.

Heinäkuussa kaistan 4 kasvusto oli jo selkeästi kuivempaa (kuva 20) ja kellertäviä heinänkorsia oli runsaasti nähtävillä. Kasvuston korkeus 6.7.2019 oli keskimäärin 25,5 cm ja tuorepaino 98500 kg/ha. Seuraavalla näytteenotokerralla 17.7.2019 arvioitu tuoresato hehtaaria kohti oli 11230 kg ja kasvuston keskimääräinen korkeus 25 cm. Botaanisen analyysin tuloksena kasvustossa oli suurin osuus kuiva-aineesta edelleen heinillä, mutta apiloiden osuus oli selvästi kasvanut edellisestä näytteenotokerrasta (kuva 21). Myös rikkakasveja oli kasvustossa nyt aiempaa enemmän.



Kuva 20. 17.7.2019 Kaistalla 4 näkyi jo kuivia heinänkorsia. Lähde: Riikka Perttala.

Elokuussa kaistan 4 kasvusto oli edelleen apilaista ja kuivia heinänkorsia oli nähtävissä (kuva 22). Kasvuston arvioitu tuoresato hehtaaria kohti 14.8.2019 oli 8570 kg.



Kuva 22. Kaista 4 loppupäästä kuvattuna 8.8.2019. Apilaa oli vielä laidunnettavaksi, mutta myös kuivia heinänkorsia. Lähde: Riikka Perttala.

Kaistan 4 kasvuston kuiva-ainepitoisuus nousi ensin hitaasti (taulukko 4). Pitoisuus oli huipussaan 17.7.2019 ja laski sen jälkeen. Raakavalkuaispitoisuus laski aluksi melko jyrkästi, jonka jälkeen se tasaantui ja välillä jopa hieman nousi. Kuitupitoisuus kasvoi kasvustossa koko ajan, lukuun ottamatta 6.7, jolloin kuitupitoisuus hetkellisesti laski. Sulamattoman kuidun pitoisuus nousi koko kesän ajan melko voimakkaasti ja sokeripitoisuus vaihteli. Kasvuston tuhkapitoisuus pysyi sen sijaan melko tasaisena.

Kaistalla 4 D-arvo laski tasaisesti koko kesän (taulukko 7). Arvo oli alussa 748 g/kg ka ja lopussa 602 g/kg ka. OIV- ja ME -pitoisuus vaihtelivat (taulukko 8). PVT-arvo oli negatiivinen kesä- ja heinäkuussa.

Taulukko 7. Laidunrehun kemiallinen koostumus kaistalla 4.

PVM	Kuiva- aine g/kg	D-arvo g/kg ka	Raakavalkuainen g/kg ka	Kuitu g/kg ka	Sokeri g/kg ka	Sulamaton kuitu g/kg ka	Tuhka g/kg ka
29.5.	208	748	169	457	151,5	31	79
11.6.	239	692	115	549	125,5	72	72
19.6.	246	648	103	549	145	111	72
6.7.	283	643	120	535	142	108	76
17.7.	297	611	84	574	169	149	72
14.8.	245	602	127	595	109	147	76

Taulukko 8. Laidunrehun rehuarvot kaistalla 4.

PVM	ME, MJ/kg ka	OIV, g/kg ka	PVT, g/kg ka
29.5.	11,9	91,0	33,0
11.6.	11,1	79,5	-5,0
19.6.	10,4	78,0	-13,0
6.7.	10,3	80,0	1,0
17.7.	9,8	71,0	-23,0
14.8.	9,6	77,0	14,0

Kaistan 4 kasvuston kalsiumpitoisuus vaihteli hieman (taulukko 9). Fosforipitoisuus laski koko kesän ajan, ollen heinäkuussa enää 2.4 g/kg ka. Kaliumpitoisuus laski tasaisesti ja magnesiumipitoisuus nousi.

Taulukko 9. Laidunruohon kivennäisainepitoisuudet kaistalla 4.

PVM	Kalsium g/kg ka	Fosfori g/kg ka	Kalium g/kg ka	Magnesium g/kg ka
29.5.	6,2	4,5	33,3	1,7
11.6.	4,5	3,1	28,8	2,05
19.6.	6	2,8	24,4	2,4
6.7.	5,8	2,4	21,1	2,3

Rautapitoisuus lähti kaistalla 4 laidunkauden alussa laskuun (taulukko 10). Sen jälkeen rautapitoisuus kasvustossa nousi voimakkaasti ja laski jälleen. Mangaanipitoisuus muuttui vastaavasti sa-

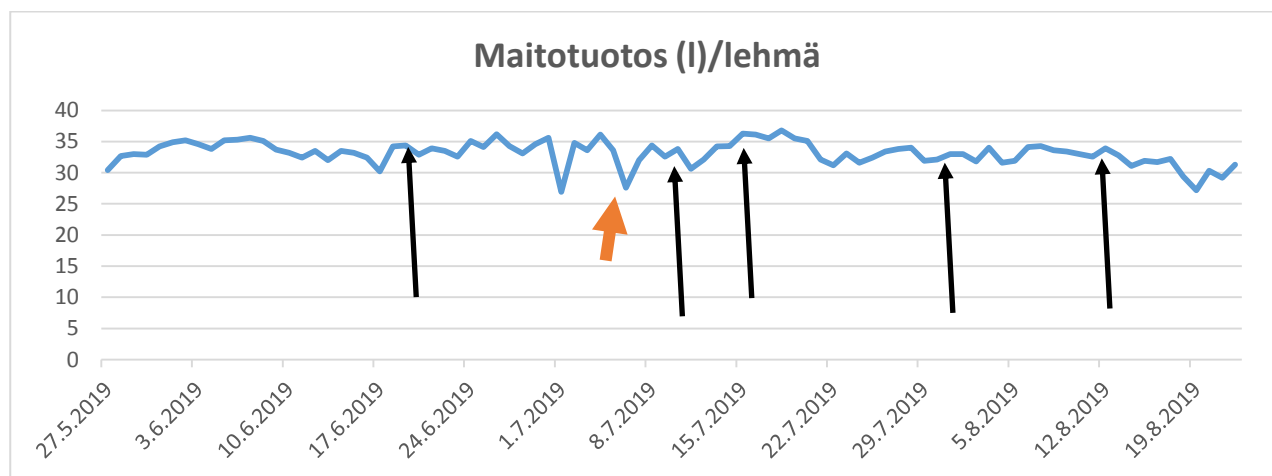
moissa kohdissa, mutta ei niin voimakkaasti. Sinkkipitoisuus lähti myös laidunkauden alussa laskuun, mutta tasaantui sen jälkeen. Kuparipitoisuus oli suurimmillaan kesän alussa.

Taulukko 10. Laidunruohon hivenainepitoisuudet kaistalla 4.

PVM	Kupari mg/kg ka	Mangaani mg/kg ka	Sinkki mg/kg ka	Rauta mg/kg ka
29.5.	6,5	4,,5	26,5	119
6.7.	3,5	33	19	97
19.6.	4	53	22	180
6.7.	4	48	21	130

5.3 Laiduntamisen vaikutus maitotuotokseen

Lehmäkohtaiset maitomäärät vaihtelivat päivittäin 36,8 litran ja 27,6 litran välillä (kuva 23). Lehmien laiduntaminen ei vaikuttanut lypsyviiveisiin tai lypsyllä käyntien määrään sisäruokintaan verrattuna. Lehmät laidunsivat 1 kaistalla 20.6., 10.7, 15.7, 31.7 ja 12.8.2019.



Kuva 23. Päivittäinen maitomäärä (l)/lehmä. Kapeat nuolet osoittavat laidunnuspäiviä kaistalla 1 ja leveä nuoli OKRA-näyttelyn aikaista maitotuotosta.

6 Tulosten tarkastelu

6.1 Rotaatiolaidunnus

Rotaatiolaidunnus onnistui käytännössä ja lehmillä riitti laitumilla syötävää, joka on rotaatiolaidunnuksen tarkoitus. Lehmät laidunsivat Mustialassa laiskasti, mikä todennäköisesti johtui ainakin osittain lämpimistä ilmoista. Tätä tukee Legrandin ym. (2009) saama tutkimustulos. Viileämmillä säillä ja illemmalla lehmät innostuivat paremmin laiduntamaan. Syynä voi olla myös Tuomiston ym. (2010) tutkimuksessa mainitut lehmän sosiaaliseen asemaan ja muuhun yksilölliseen ominaisuuteen liittyvät syyt. Navettahenkilökunnan mukaan osa lehmistä oli innottomampia laiduntamaan kuin toiset. Navetan ulko-oven edessä olevat muoviliuskat ovat voineet estää osaa lehmistä laiduntamasta, eivätkä kaikki lehmät uskaltaneet poistua tarhan portista vielä kuukaudenkaan kuluttua laidunkauden aloittamisesta. Rehua oli navetassa tarjolla, joten välttämätöntä tarvetta ravinnon hakuun laitumelta ei lehmillä ollut vaikka ruokinnassa pidettiin taukoa. Tuomiston ym. (2010) tutkimus, jonka mukaan lehmillä olisi tarve laiduntaa osa ravinnostaan ja jonka mukaan sisäruokinnan rajoittamisella voitaisiin vaikuttaa lehmien laidunnushalukkuuteen, ei tukenut tätä tutkimusta. Tämä voi johtua myös siitä, että lehmien luontainen ravinnonhaku aika saattoikin ajoittua eri aikaan laitumelle pääsyn kanssa. Laidunnushalukkuus saattaisikin olla suurempi esimerkiksi aiemmin aamulla tai aamuyöstä.

6.2 Ruis laitumella

Kaistalla 1 ruis orastui nopeasti ja maistui lehmille tuoreena, mutta koska ruis oli juhannusruista, se ehti päästä tähkälle jo 20.6.2019. Lajike ei siksi ollut laitumelle paras mahdollinen. Laitumen rehuarvot kuten D-arvo ja raakavalkuainen olivat hyvät ruista sisältävällä kaistalla laidunnusjakson ajan, lukuun ottamatta elokuuta. Puhdistusniitto suoritettiin molemmilla laidunkaistoilla, mutta 20 cm niittokorkeus ei täysin toteutunut tylsästä niittoterästä johtuen, eikä niittojälki ollut tasaista niittokoneen renkaiden painaumien takia. Niittokonekaan ei ollut sellainen, jolla olisi päässyt korkeaan sänkeen. Ilmeisesti tämän epätäydellisen niiton seurauksena laidunkaistojen kasvusto pääsi vanhenemaan edelleen. Niittokorkeuden olisi pitänyt olla sellainen, että kasvustoa olisi jäänyt riittävästi laidunnettavaksi, kuten Kukkula (2019) mainitsi. Mustialassa kaistan 1 niittokorkeus jäi sellaiseksi, että se vahvistaa Virkajärven (2002) toteamuksen siitä, että liian pitkäksi jätetty kasvusto korsiintuu nopeasti uudelleen. Niitolla ei näyttäisi olleen vaikutusta laitumien kasvustojen rehuarvoihin. Puh-

distusniitto ei auttanut rukiin tähkien muodostumisen ehkäisyssä, koska ruis tähki puhdistusniiton jälkeen pian uudelleen (Luomuhäme 2019).

6.3 Laidunrehun määrä, koostumus ja rehuarvot

Kasvuston korkeus oli riittävä molemmilla kaistoilla koko kesän ajan. Kuuselan (2002) mukaan laidunnuksen jälkeen kasvuston korkeus tulisi olla vähintään 10 cm. Korkeus vaihteli kaistoilla koko kesän ajan, mutta pysyi jatkuvasti yli 20 cm:n. Näin katsottuna rehua oli kaistoilla riittävästi koko laidunnusjakson ajan.

Kuuselan (2002) ja Sairasen (2010) mukaan laidunta tulisi ihannetilanteessa olla lehmää kohden 20 – 26 kg ka vuorokaudessa riippuen tuotostasosta ja lisäruokinnasta. Laidunta saa jäädä yli. Laidunkaista 1:llä tuorekasvuston määrä 20.6.2019 oli 6700 kg/ha. Kuiva-ainepitoisuus oli 176 g/kg ka eli koko kasvuston kuiva-ainesato oli 1179 kg/ha. Kun kuiva-aineen kokonaismäärä jaetaan koko karjan lehmämäärällä 60, saadaan laitumelta saatavan rehun määräksi 20 kg kuiva-ainetta lehmää kohden. Tämän teoreettisen laskelman perusteella kaistan 1 kasvuston kuiva-ainemäärät lehmää kohden olivat 17.7.2019 42 kg ja 21.8.2019 noin 24 kg, jotka riittävät lypsylehmän tarpeeseen. Kaistan 4 nurmen kuiva-ainesato lehmää kohden oli 19.6.2019 50 kg, 17.7.2019 noin 56 kg ja 14.8.2019 35 kg. Myös kaistan 4 kasvuston kuiva-ainemäärä oli näin laskettuna lehmille riittävä. Tuloksessa täytyy huomioida myös se, että lehmä syö nurmirehunsa valikoiden, syöden ensimmäisenä parhaiten sulavat, tuoreet kasvinosat. Kehikon avulla tehtävä rehun kuiva-ainepitoisuuden perustuva rehun riittävyyslaskenta kuvaa kyllä laidunrehun määrää, mutta ei todellista syöntiä. Kehikkonäytteeseen otetaan mukaan kaikki kehikon sisällä olevat kasvit ja tässä näytteenotossa nurmi leikattiin lehmän normaalia syöntikorkeutta alemmaa.

Botaaniset analyysit ilmaisivat, että kaistan 1 kasvustossa oli pääosin ruista ja heiniä kesä- ja elokuussa. Heinäkuussa rikkakasvit kasvattivat osuuttaan näytteen kuiva-aineesta ja heinien osuus oli silloin suurin. Botaanisessa erottelussa on tosin voitu erehtyä valitsemaan rukiin oraita heiniksi, koska heinien osuus on äkkiä kasvanut niin suureksi ja vastaavasti rukiin osuus pienentynyt huomattavasti kesäkuusta. Elokuussa yrttien ja rikkakasvien osuus näytteen kuiva-aineesta kaistalla 1 oli enää hyvin pieni, mutta heinien ja rukiin osuus edelleen suuri. Kuolleiden kasvinosien osuus oli kasvamassa. Kaistalla 4 heinillä oli kasvustossa suurin osuus kuiva-aineesta koko kesän, mutta heinäkuun puolivälissä apiloiden osuus oli selvästi noussut kesäkuusta. Virkajärven ym. (2010) mukaan optimaalinen apilapitoisuus rehunurmissa on noin 500 g/kg ka ja valkoapilan 300 g/kg ka.

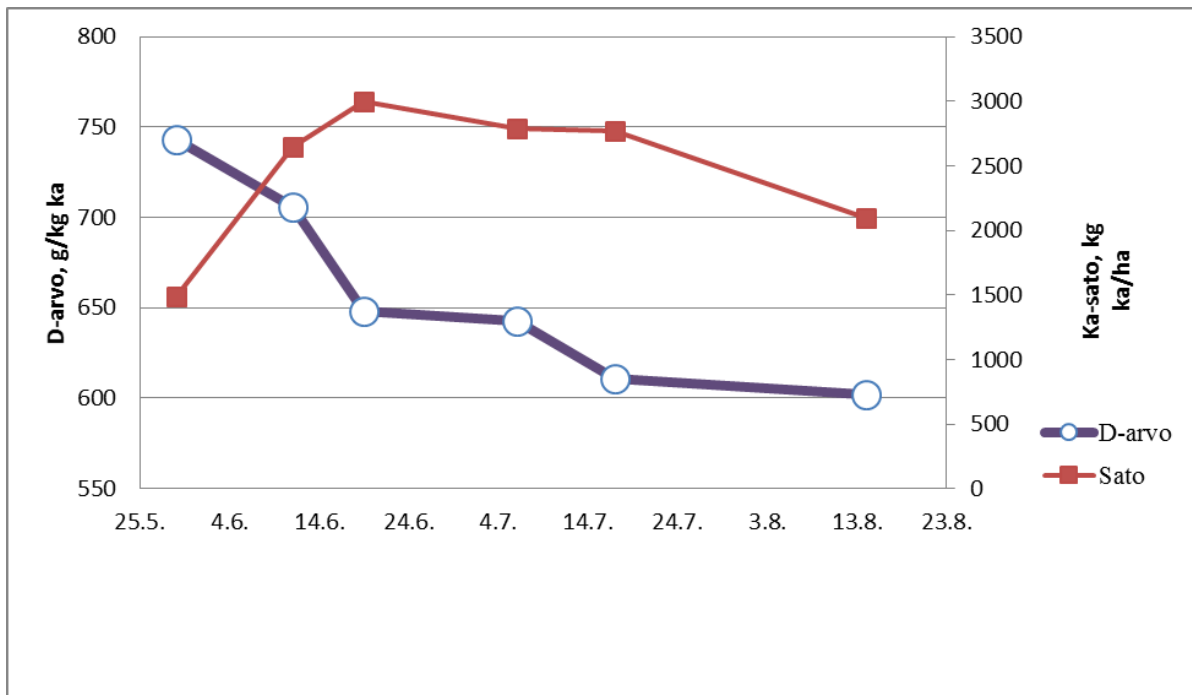
Kuuselan (2002) mukaan puhaltumisen ennaltaehkäisemiseksi apilapitoisuus laitumessa ei saisi nousta, etenäkään syksyllä, liian korkeaksi eli olla yli 300 g/kg ka. Kaistalla 4 apiloiden kuiva-aineen osuus ei yltänyt edes 300 g/kg ka:n tasolle ainakaan heinäkuun puoliväliin mennessä, jolloin viimeinen botaaninen analyysi kaistan kasvustosta tehtiin. Rikkakasveja ei laidunkaistalla juurikaan ollut, mikä johtuu tiheästä kasvustosta, jossa rikkakasveille ei jää tilaa. Edellisen vuoden täydennyskylvöt ovat todennäköisesti täyttäneet perustamisvuoden jälkeen jääneet aukot.

Rehutaulukoiden (Luke 2019) mukaan keskimääräinen laitumen kuiva-ainepitoisuus on 200 - 210 g/kg. Tämä pitoisuus saavutettiin kaistalla 4 alkukesästä, mutta jo heinäkuun alussa laitumen kuiva-ainepitoisuus oli huomattavasti kasvanut. Kaistan 1 kuiva-ainepitoisuus sen sijaan jäi alkukesästä reilusti alle 200 g/kg ka, joka kertoo siitä, että kaistalla 1 kasvusto oli etenkin alkukesästä hyvin tuoretta. Kaistalla oli alkukesästä runsaasti rukiin orasta.

Rehutaulukoiden (Luke 2019) laitumen kuitupitoisuus on keskimäärin 535 - 580 g/kg ka. Kuitupitoisuus vaihteli molempien laidunkaistojen 1 ja 4 kasvustoissa ja oli välillä alle nurmien keskimääräisen kuitupitoisuuden. Alkukesästä pitoisuus oli alhaisimmillaan. Kuitupitoisuus nurmissa lisääntyi loppukesää kohti, mikä johtui kasvuston vanhenemisesta ja kortisuuden lisääntymisestä. Kaistan 1 kasvuston kuitupitoisuus oli koko kesän kaistan 4 kasvuston pitoisuuksia matalampi, lukuun ottamatta elokuuta, jolloin se oli selkeästi noussut. Tosin kaistan 4 ja 1 näytteenottopäivien välillä oli silloin viikko, mikä ei tee arvoista täysin vertailukelpoisia. Kaistan 1 kasvuston matalampi kuitupitoisuus viittaisi rukiin, yrttien ja apiloiden olleen aikaisemmalla kasvuasteella verrattuna perinteiseen heinälaitumeen.

Rehutaulukoiden (Luke 2019) mukaan nurmen D-arvo on keskimäärin 657 – 705 g/kg ka. Lypsy-lehmille tavoiteltava D-arvo nurmirehuvaltaisella ruokinnalla on Rinteen ja Sairasen (2010) mukaan noin 680 -700 g/kg. Laidunkaistan 1 kasvuston D-arvo oli lähes koko kesän lypsy-lehmille hyvällä tasolla ja tavoitearvojen sisällä. Vain elokuun näytteessä arvo laski selvästi tavoitearvojen alapuolelle. Silloin kuolleita kasvinosia oli kaistalla jo reilusti. Kuolleen kasvinosan D-arvo on matala, yleensä 450 – 650 g/kg ka välillä (Virkajärvi ja Pakarinen 2010). Kaistan 1 kasvuston D-arvo säilyi vertailussa olevista kahdesta kaistasta tasaisempana koko ajan. Tämä johtui mahdollisesti tuoreena (vegetatiivisessa tilassa) pysyvistä rukiista ja yrttikasvustosta. Rinne ym. (2014) saivat samansuuntaisia tuloksia syysruista sisältävälle rehuvirna-italianraiheinälaitumelle, jonka D-arvo oli 700 – 750 g/kg ka. Korkea D-arvo on syysrukiille ominainen (Nykänen 2019). Tuoreen rukiin, etenkin syysrukiin, D-arvo on hyvä lehmien tarpeisiin.

Kaistan 4 nurmessa D-arvo laski huomattavasti kesän edetessä (kuva 24). D-arvo oli laidunkauden alussa reilusti yli tavoitearvon, mutta heinäkuun puolivälissä se oli puolestaan pudonnut huomattavasti alle tavoitearvon. Kuiva-ainepitoisuus lisääntyi alkukesästä, jolloin D-arvo vastaavasti laski. Alkukesästä kasvit olivat vegetatiivisessa kasvun vaiheessa ja kasvoivat valon ja lämmön vaikutuksesta nopeasti. Kasvuston D-arvo oli korkea. Kasvun edetessä ja kortisuuden lisääntyessä kasvustossa kuiva-ainepitoisuus kasvoi ja sulavuus heikkeni. Juhannuksen aikoihin kaistalla kukkivat apilat ja kukinnan aikaan uusia versoja syntyy taas runsaasti (Virkajärvi ja Pakarinen 2010), mikä näkyi D-arvon nopean laskun pysähtymisenä. Loppukesästä tilanne tasaantui, koska kuolleiden kasvin osien osuus lisääntyi, mikä näkyi sulavuuden laskussa. Kuolevaan lehteen jää enemmän soluseinäainesta ja kivennäisiä kuin elävään lehteen (Virkajärvi ja Pakarinen 2010), mikä laskee D-arvoa. Kasvustonäytteeseen otettiin kaikki kehikon alalla olevat kasvit, joita lehmä ei todellisuudessa edes söisi, joten kasvustonäytteen D-arvo näyttää huonommalta kuin mitä laidunnurmi käytännössä lehmälle oli. Kasvien kasvu hidastui päivänpituuden lyhentyessä. Molemmilla kaistoilla sulamattoman kuidun pitoisuus nousi laidunkauden edetessä, kun kasvusto vanheni.



Kuva 24. Kaistan 4 laidunnäytteiden D-arvot ja kuiva-ainesadot.

Märehtijöiden nurmirehun raakavalkuaispitoisuus vaihtelee välillä 100 – 200 g/kg ka. Tasoon vaikuttavat typpilannoitus ja nurmen kasvuaste (Rinne ja Sairanen 2010, Jaakkola 2010). Kaistan 1 nurmessa raakavalkuaispitoisuus oli korkeimmillaan (249 g/kg ka) kesäkuun loppupuolella ja matalimmillaan (113 g/kg ka) heinäkuun puolivälissä. Myös kaistan 4 kasvuston raakavalkuaispitoisuus

det vaihtelivat kesän aikana (84 – 115 g/kg ka). Sekä kaistan 1 että kaistan 4 kasvustossa kuiva-ainepitoisuus oli korkeimmillaan heinäkuun puolivälissä, jolloin vastaavasti kasvustojen raakavalkuaispitoisuudet olivat matalimmillaan. Tämä voi selittyä sillä, että kasvun alussa kasvien raakavalkuaispitoisuus on korkea ja laskee kasvuston ja kasvimassan lisääntyessä (Rinne ja Sairanen 2010). Apiloiden osuus kaistojen kasvustoista oli suurimmillaan niin ikään heinäkuun puolivälissä. Kaistalla 1 kaistan 4:ää korkeampi valkuaispitoisuus saattoi olla valkuaispitoisten rukiin oraan ja apiloiden ansiota. Tuoreen rukiin raakavalkuaispitoisuus on lehmille sopiva. Rinne ym. (2014) saivat syysruista, rehuvirnaa ja italianraiheinää sisältävälle laitumelle raakavalkuaispitoisuudeksi noin 225 – 270 g/kg ka, joka on hieman korkeampi kuin Mustialassa kaistalla 1. Kaistan 4 kasveista puuttuivat rukiin oraat ja yrtit eikä sen raakavalkuaispitoisuus olisi riittänyt ainoana rehuna vastaamaan lehmien valkuaisstarpeeseen koko kesän ajan.

Kasvustojen sokeripitoisuudet olivat molemmilla kaistoilla korkealla alkukesästä ja heinäkuun puolivälissä, jolloin heinien osuus oli suurimmillaan. Laidunnurmien ME-pitoisuus vaihteli kesän ajan. Rehutaulukoiden (Luke 2019) mukaan laitumen muuntokelpoinen energia on 10,5 – 11,3 MJ/kg ka. Kaistan 4 laidunrehussa energiapitoisuus oli näiden arvojen sisällä vain aivan alkukesästä, loppukesästä arvo oli jo pudonnut niiden alle. Kaistan 1 kasvuston energiapitoisuus putosi edellä mainittujen arvojen alapuolelle vasta elokuussa. Energiapitoisuuden muutokset liittyivät D-arvon muutoksiin.

Laidunrehun OIV-pitoisuus kaistalla 4 oli jotakuinkin rehutaulukon (Luke 2019) 89 – 95 g/kg ka rajoissa. Kaistan nurmen OIV-pitoisuus oli kuitenkin heinäkuun puolivälissä laskenut alle keskimääräisten pitoisuuksien. Kaistan 1 nurmen OIV-pitoisuudet olivat hieman paremmat lypsylehmien valkuaisen saannin kannalta.

Kaistan 1 nurmen PVT-arvo oli juhannuksen aikaan hyvin korkea eli kasvustossa oli tarpeettoman paljon lypsylehmien pötsien mikrobeille sopivaa valkuaista. Rinteen ja Nousiaisen (2010) mukaan rehussa olisi hyvä tavoitella lähellä nollaa olevaa PVT-arvoa, jotta typen hyväksikäyttö rehusta olisi optimaalinen. Yleensä lypsylehmän rehustus koostuu useammasta eri rehusta, joka vaikuttaa lopulliseen rehuannoksen PVT-arvoon. Botaanisen kuiva-aineanalyysin mukaan kaistalla oli 20.6.2019 lähes yksinomaan ruista. PVT-arvo oli sen sijaan negatiivinen sekä kaistan 1 että kaistan 4 kasvustoissa heinäkuun puolivälissä. Hajoavaa valkuaista oli silloin laidunnurmessa vähän, botaanisen analyysin mukaan molemmilla kaistoilla oli enimmäkseen heinäkasvustoa. Kaistalla 1 oli lisäksi

ruista, mutta myös jonkin verran rikkakasveja. Yrttien ja apiloiden osuus oli hyvin pieni. Kaistalla 4 apiloiden osuus kuiva-aineesta oli kaistan 1 osuutta suurempi.

6.4 Kaistojen laidunrehun kivennäis- ja hivenainepitoisuudet

Kaliumpitoisuudet sekä kaistalla 1 että kaistalla 4 vaihtelivat laidunnusjakson aikana. Virkajärven ym (2010) mukaan, jos rehun kaliumpitoisuus on alle 16 – 20 g/kg ka, kasvit kärsivät kaliumin puutteesta ja jos pitoisuus on yli 30 – 35 g/kg ka, se on eläimille liian korkea. Korkea kalium- ja raakavalkuaispitoisuus yhdessä matalan sokeripitoisuuden kanssa voivat aiheuttaa märehitjölle laidunkouristuksen. Kaistan 1 nurmessa oli juhannuksen aikaan eläimille korkea kaliumpitoisuus. Samaan aikaan kaistan kasvuston sokeripitoisuus oli matalimmillaan ja raakavalkuaispitoisuus korkeimmillaan. Magnesiumpitoisuus kaistan 1 nurmessa oli juhannuksen aikaan olematon. Tämä yhdistelmä olisi voinut pahimmillaan aikaansaada laidunhalvauksen ilman kivennäisruokintaa. Kaistan 4 kasvuston magnesiumpitoisuus oli korkeampi, eikä kaliumpitoisuuskään ollut niin korkea kuin kaistan 1 nurmessa. Kummallakin kaistalla oli kasvuston kaliumpitoisuus riittävän korkea kasvien kaliumin tarpeeseen.

Mustialan laidunkaistojen 1 ja 4 kasvustonäytteiden analyysitulosten perusteella kaistalla 1 oli korkeammat Ca, P, Cu, K ja Fe -pitoisuudet kuin kaistalla 4. Syynä siihen voi olla yrteille luonteenomainen korkeampi kivennäispitoisuus. Yrteillä P, Mg, K ja S -pitoisuudet ovat yleensä heinäkasperveä korkeammat, joten on epävarmaa riittikö näytteeseen osuneiden yrttien määrä muokkaamaan niin paljon näytteen kivennäisainepitoisuutta. Syitä kivennäispitoisuuksien eroille voivat olla myös näytteeseen osuneiden kasvilajien osuus, kasvien osat ja kasvien kehitysaste tai kaistan 1 maaperän korkeampi kivennäisainepitoisuus. Ruis ottaa maasta kasvuunsa etenkin fosforia ja kaliumia (Dredge ym. 2004 s. 335), joten näytteeseen sattuneella rukiin kasvustollakin voi olla vaikutusta korkeampiin kivennäisainepitoisuuksiin.

6.5 Maitotuotos

Lypsylehmien laidunten tulee sijaita sopivalla etäisyydellä navetasta, jotta lypsyrobotilla käyntien määrä ei vähenisi (Sairanen 2010). Navettahenkilökunnan mukaan laidunnuksella ei ollut vaikutusta lypsyrobotilla käyntien määrään, joten Mustialassa kaistojen etäisyys navetasta näyttäisi olleen sopiva. Lehmät menivät mielellään kaistalle 1, joka ei ollut aluksi säännöllisessä rotaatiossa.

Lypsyrobotilta saadun maitotuotostilaston mukaan maitomäärät lehmää kohden kasvoivat pääosin aina hieman lehmien laiduntaessa kaistalla 1. Lypsävien lehmien määrä kuitenkin vaihteli, eivätkä kaikki lehmät laiduntaneet aktiivisesti. Maitomäärä nousi välillä myös, vaikka lehmät eivät olleet käyneet 1 kaistalla. Ei voi siis varmuudella sanoa sitä, että johtuivatko maitomäärän positiiviset muutokset 1 kaistasta ja sillä olevista yrteistä. Eroja todennäköisemmin aiheutti rehevänä kasvanut ruis, jota lehmät mielellään söivät. Erot maitomäärissä eivät kuitenkaan olleet huomattavia ja rotaatiolaidunnusjakson suurin maitomäärä, 36,8 l/lehmä, tuli päivältä, jolloin lehmät eivät laiduntaneet kaistalla 1.

7 Johtopäätökset

Tutkielman tavoitteena oli tutkia rotaatiolaidunnuksen onnistumista, rukiin käyttöä laitumen perustamisessa ja yrttien sopivuutta luomulaitumelle. Rotaatiolaidunnus Mustialassa onnistui käytännössä, mutta lehmien laidunnushalukkuuteen voisi yrittää vaikuttaa sijoittamalla laitumille pääsy niin, että lehmillä on laidunkaistoille lyhyempi matka. Laidunnus olisi hyvä aloittaa aikaisemmin keväällä, jotta kasvusto ei pääsisi liian pitkäksi ja vanhenemaan. Ilta- ja yölaidunnusta olisi hyvä kokeilla, etenkin jos kesä on kuuma tai sateinen. Sisäruokinta-ajan lyhentämisellä, sitä aikaistamalla tai rehumäärän pienentämiselläkin voisi olla positiivinen vaikutus lehmien laiduntamiseen.

Ruis toimi hyvin laitumen uudistamisessa ja vihantarehuna, ja ruista sisältävä kaistan 1 laidunrehu oli maistuvaa ja sen kasvusto ja sulavuus pysyivät hyvinä lukuun ottamatta elokuuta. Ruislajike sen sijaan ei ollut laidunnukseen sopiva. Ruislajikkeeksi tulisi laitumelle valita sellainen, joka ei muodostaisi tähkiä saman kesän aikana. Yrttejä voi hyvin käyttää lehmien laitumena ja parantamaan laitumen kivennäisainekoostumusta, tuomaan laidunrehuun makuvaihteluita sekä kirjallisuuden mukaan mahdollisesti edistämään eläinten terveyttä. Sikuri ja heinäratamo kasvavat hyvin muiden laidunkasvien seassa. Laidunnurmien riittävyttä, koostumuksia ja kivennäispitoisuuksia tulee säännöllisesti seurata. Näin voidaan selvittää eläinten lisäruokinnan tarve ja pienentää siten esimerkiksi laidunhalvausriskiä.

Hankkeen seuraavina vuosina selviää, kuinka Mustialan laitumen yrtit ja ruis säilyvät hengissä talven yli ja lisääntykö yrttien määrä laitumessa. Yrttien määrää ja valikoimaa voisi lisätä entisestään mm. tuomaan makuvaihtelua ja mahdollisia terveyshyötyjä lehmien ruokintaan. Olisi mielenkiintoista jatkossakin seurata yrtilaitumella laiduntamisen mahdollisia vaikutuksia lehmien maitotuotokseen. Olisi myös kiinnostavaa selvittää onko yrteillä vaikutuksia maidon koostumukseen ja eläinten terveyteen eli ottaa sekä maidon koostumus että lehmien terveys mukaan Luomussa vara parempi – ruokaa ja digi hyötykäyttöön -hankkeessa seurattaviin osa-alueisiin.

8 Kiitokset

Haluan kiittää Luonnossa vara parempi – digi ja ruokaa hyötykäyttöön -hanketta mahdollisuudesta kirjoittaa tutkielmani hankkeeseen liittyen. Kiitän myös Luonnonvarakeskuksen erikoistutkija Kaisa Kuoppalaa kirjoitusaiheen antamisesta, tutkielmani ohjauksesta ja tutkielman tekoon liittyvistä käytännön järjestelyistä.

9 Läheteet

AHDB Beef & Lamb. 2013. Using Chicory and Plantain in Beef and Sheep Systems.

<https://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp-content/uploads/2016/03/BRP-plus-Using-chicory-and-plantain-in-beef-and-sheep-systems-080316.pdf> Viitattu 27.10.2019.

Al-Anbari, E., Abbas, A., Al-Samarai, F., Al-Shamire, J. & Al-Zaidi, F. 2013. Effect of using cum-in oil (*Cuminum cyminum*) as feed additives on profile analysis and growth curve of broiler. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology* 2: 326-330.

Ates, S., Keles, G., Yigezu, Y., Demirci, U., Dogan, S., Isik, S. & Sahin, M. 2017. Bio-economic efficiency of creep supplementation of forage legumes or concentrate in pasture-based lamb production system. *Grass and Forage Science* 72: 818-832.

Barry, T. 1998. The feeding value of chicory (*Cichorium intybus*) for ruminant livestock. *Journal of Agricultural Science* 13: 251-257.

Clark, D. Anderson, C. Hongwen. C. & Hongwen, G. 1990. Liveweight gain and intake of Friesian bulls grazing "Grasslands Puna" chicory (*Cichorium intybus* L.) or pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 33: 219-224.

Deaker, J., Young, M., Fraser, T & Rowarth, J. 1994. Carcass, liver and kidney characteristics of lambs grazing plantain (*Plantago lanceolata*), chicory (*Cichorium intybus*), white clover (*Trifolium repens*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 54: 197 - 200.

Doran-Browne, N., Behrendt, R., Kingwell, R. & Eckard, R. 2015. Modelling the potential of birds-foot trefoil (*Lotus corniculatus*) to reduce methane emissions and increase production on wool and prime lamb farm enterprises. *Animal Production Science* 55: 1097-1105.

Dredge, K., Holma, U., Huikko, J., Koikkalainen, K., Koskimies, H., Kottila, M-R., Leinonen, P., Mynttinen, R., Piirainen, A., Rajala, J. Schepel, I., Suokas, B. & Terhemaa, P. 2004. Luonnonmukainen maatalous. Mikkeli: Teroprint Oy. 496 s.

Fraser, T. & Rowarth, J. 1996. Legumes, herbs or grass for lamb performance? *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 58: 49-52.

Gregorini, P., Minnee, E., Griffiths W. & Lee, J. 2013. Dairy cows increase ingestive mastication and reduce ruminative chewing when grazing chicory and plantain. *Journal of Dairy Science*. 96: 7798-7805.

- Grigoli, A., Di Trana, A., Alabisco, M., Maniaci, G., Giorgio, D. & Bonanno, A. 2019. Effects of grazing on the behaviour, oxidative and immune status, and production of organic dairy cows. *Animals* 9:371.
- Grigoli, A., Todaro, M., Di Miceli, G., Genna, V., Tornambé, G., Alicata, M., Giambalvo, D. & Bonanno, A. 2012. Effects of continuous and rotational grazing of different forage species on ewe milk production. *Small Ruminant Research* 106S:S29-S36.
- HAMK. 2019. <https://www.hamk.fi/tietoa-hamkista/kampukset-ja-kartat/mustiala/> Viitattu 10.11.2019.
- Hutton, P., Kenyon, P., Bedi, M., Kemp, P., Stafford, K., West, D. & Morris, S. 2011. A herb and legume sward mix increased ewe milk production and ewe and lamb live weight gain to weaning compared to a ryegrass dominant sward. *Animal Feed Science and Technology* 164: 1-7.
- Jaakkola, S. 2010. Karkearehut. Teoksessa: Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, S. (toim.). Lypsy-lehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 60, 62, 63.
- Jančić, D., Todorovic, V., BaSic, Z. & Šobajic. 2016. Chemical composition and nutritive potential of *Chichorium intybus* L. leaves from Montenegro. *Journal of the Serbian Chemical Society* 81: 1141-1149.
- Johansson, A., Leskinen, U-M., Suutarla, M., Tuominen, P. & Turunen, U. 2016. Luonnonmukaisen maidontuotannon hyvät toimintatavat. https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/luonnonmukaisen_maidontuotannon_hyvat_toimintatavat_0.pdf ProAgria. Viitattu 24.10.2019.
- Korhonen, J. & Vahtila O. 2019. Projektikuvaus. Kaisa Kuoppala.
- Kousa, M., Nykänen, A. & Sormunen-Christian, R. 2008. Nurmipalkokasvit laitumella. Nurmitieto 3.2.5. http://www.nurmiyhdistys.fi/Nurmitieto/NT_3-2-5.pdf. Viitattu 20.10.2019.
- Kukkula, Leena. ProAgria Etelä-Suomi. Kasvukauden tulokset -seminaari 10.10.2019. <https://sites.google.com/a/luovapaja.com/luomussa-vara-parempi/tiedotuskanava/kasvukaudentulokset-seminaarimustialanopetus-jatutkimusmaatilallatorstaina10102019> Viitattu 17.11.2019.
- Kuusela, E. & Khalili, H. 2001. Näin saat lisää litroja luomulaitumelta. <https://core.ac.uk/download/pdf/52218063.pdf> Koetoiminta ja käytäntö. 2:3. Viitattu 24.10.2019.
- Kuusela, E. 2002. Nurmirehut luomumaidon tuotannossa. Maataloustieteen päivät. Kotieläintiede 977: 98-101.

- Kuusela, E. 2002. Laiduntaminen luonnonmukaisessa tuotannossa. Luomulaitumen ravinnehuolto. Teoksessa: Puurunen T. (toim.) & Teräväinen, H. (toim.). Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 72, 74.
- Kuusela, E. 2004. Grazing management for Nordic organic dairy farming. Nordiska jordbruksforskarens förening. Joensuun Yliopiston Biologian laitoksen julkaisuja. 32. 154 s.
http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_952-458-587-1/urn_isbn_952-458-587-1.pdf Viitattu 10.11.2019.
- Kuusela, E. 2006. Annual and seasonal changes in mineral contents (Ca, Mg, P, K and Na) of grazed clover-grass mixtures in organic farming. *Agricultural and Food Science* 15: 23-34.
- Kuusela, E. 2011. Laiduntaminen luonnonmukaisessa tuotannossa.
https://www.luomu.fi/materiaalit/02_Diat/Kuusela/Laiduntaminen_luomutuotannossa_111228.pdf Viitattu 24.10.2019.
- Lancashire, J. 1978. Improved species and seasonal pasture production. *Proceedings Agronomy Society of New Zealand* 8: 123-127.
- Lagrange, S., Beauchemin, K., Mac Adam, J. & Villalba, J. 2017. Effects of di-verse combination of sainfoin, birdsfoot trefoil, and alfalfa on beef cow performance and environmental impacts. *Journal of Animal Science* 95: 143.
- Legrand, A., von Keyserlingk, M. & Weary, D. 2009. Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92: 3651-3658.
- Luke. 2019. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. <http://www.luke.fi/rehutaulukot> Viitattu 24.10.2019.
- Lund, H. Laidunnusstrategioiden kehittäminen luomumaidontuotannossa. 2017.
https://luomu.fi/wp-content/uploads/2017/05/SUOMI_Gi-den-max-graes-Hans-Kuopio-nov-2017.pdf Tallennettu 26.10.2019.
- Luonnonvarakeskus. 2019. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/ruoka-ja-ravitsemus/luomutuotanto/> Viitattu 24.10.2019.
- Luomussa vara parempi. 2019. <https://sites.google.com/a/luovapaja.com/luomussa-vara-parempi/> Viitattu 24.10.2019.
- Luomuhäme. 2019. Luomussa vara parempi – ruokaa ja digi hyötykäyttöön.
<https://luomuhame.blogspot.com/> Viitattu 24.10.2019.
- Luomuliitto. 2019. <http://www.luomuliitto.fi/miten-laidun-kannattaa-uudistaa-kun-siella-on-paljon-rikkakasveja-jauhosavikka-ohdake/> Viitattu 23.10.2019.

Luomuwiki. 2019. Kotieläintuotanto.

<https://www.luomuwiki.fi/doku.php?id=luomuwiki:luomulaidun> . Laidunnus. Viitattu 24.10.2019.

Marley, C., Cook, R., Keatinge, R., Barrett, J. & Lampkin, N. 2002. The effect of birdsfoot trefoil and chicory on parasite intensities and performance of lambs naturally infected with helminth parasites. *Veterinary parasitology* 112: 147-155.

Mata-Adrino, D., Belesky, D., Crawford, C., Walsh, B., Mac Adam, J. & Bowdridge, S. 2018. Effects of grazing birdsfoot trefoil-enriched pasture on managing *Haemonchus contortus* infection in Suffolk crossbred lambs. *Journal of Animal Science* 97: 172-183.

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. & Wilkinson, R. 2011. *Animal Nutrition*. 7. painos. England: Pearson Education limited. 692 s.

McLelland, M. 2016. Fall rye production. Alberta Agriculture and Forestry.

<https://open.alberta.ca/dataset/4946e595-2233-4669-835c-ee21c434d914/resource/34923a60-b4fb-4288-ad05-8d70586374cf/download/2016-117-20-1.pdf>. Viitattu 23.10.2019.

Miri, V., Tyagi, A., Ebrahimi, S. & Mohini, M. 2013. Effect of cumin (*Cuminum cyminum*) seed extract on milk fatty acid profile and methane emission in lactating goat. *Small Ruminant Research* 113: 66-72.

MTK. 2019. Luomutuotanto. <https://www.mtk.fi/-/luomu> Viitattu 24.10.2019.

Niskanen, M. & Nykänen, A. 2010. Nurmikasvilajit. Siemenseokset nurmiviljelyssä. Teoksessa: Peltonen, S., Puuronen, T., & Harmoinen, T. (toim.). *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s.37.

Nissinen, O. 2004. Vihantarehut suojaavat uutta nurmea.

<https://core.ac.uk/download/pdf/52223572.pdf> Koetoiminta ja käytäntö 61:1. Viitattu 21.10.2019.

Nykänen. 2019. Palkokasvit yksi- ja monivuotisissa säilörehunurmissa.

https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/lutune_palkokasvinurmiviljely_s.pdf

ProAgria. Viitattu 10.11.2019.

Petersen, M., Soegaard, K. & Jensen, S. 2011. Herb feeding increases n-3 and n-6 fatty acids in cow milk. *Livestock Science* 141: 90-94.

Prihofer-Walzl, K., Soegaard, K., Høgh-Jensen, H., Eriksen, J., Sanderson, M., Rasmussen, J. & Rasmussen J. 2011. Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. *Grass and Forage Science* 66:415-423.

ProAgria. 2019.

https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/luomurehuviljan_ja_valkuaiskasvien_tuotanto_linkit.pdf Viitattu 24.10.2019.

- Puurunen, T. & Virkajärvi, P. 2010. Nurmen perustaminen. Onnistunut perustaminen varmistaa nurmen kasvun. Teoksessa: Peltonen, S., Puuronen, T., & Harmoinen, T. (toim.). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 43, 45.
- Rees, S. & Harborne, J. 1985. The role of sesquiterpene lactones and phenolics in the chemical defence of the chicory plant. *Phytochemistry* 10: 2225-2231.
- Rinne, M. 2000a. Influence of the timing of the harvest of primary grass growth on herbage quality and subsequent digestion and performance in the ruminant animal. *Helsingin Yliopiston Kotieläintieteen laitoksen julkaisuja*. 54. Helsinki: Helsinki University Press. 42 s.
- Rinne, M., Hellämäki, M., Nousiainen, J. Aura, E., Virkajärvi, P. & Huhtanen, P. 2000b. Nurmirehun korjuuajan valinta tarkemmaksi. *Maaseutukeskusten liiton julkaisuja* 952: 122-125.
- Rinne, M., Hellämäki, M., Nousiainen, J., Aura, E. & Huhtanen, P. 2000c. Kevätkorjuun optimoinnista koko kesän nurmisadon hallintaan. *Maaseutukeskusten liiton julkaisuja* 952: 126-129.
- Rinne, M. & Nousiainen, J. 2010. Rehuarvot ja rehujen sulavuus. Rehuarvojen määrittäminen. Teoksessa: Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, T. (toim.). Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 80.
- Rinne, M. & Sairanen, A. 2010. Nurmirehut ruokinnassa. Hyvän nurmirehun ominaisuudet. Teoksessa: Peltonen, S., Puuronen, T., & Harmoinen, T. (toim.). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 16, 19.
- Rinne, M., Johansson, A., Johnsson, J-O., Leskinen, U-M., Nykänen, A., Pesonen, M., Tuominen, P., Turunen, U. & Suutarla, M. 2014. Yksivuotiset laidunkasvit luomutiloilla: kokemukset hyötykäyttöön neuvonnan ja tutkimuksen yhteishankkeessa.
<https://journal.fi/smst/article/view/75341/36787> Viitattu 11.11.2019.
- Roca-Fernández, A., Peyraud, J., Delaby, L. & Delagarde, R. 2016. Pasture intake and milk production of dairy cows rotationally grazing on multi-species swards. *Animal* 9: 1448-1456.
- Ruokavirasto. 2019. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-jalomakkeet/yritykset/luomun-lomakkeet/luomutuotannon-ohjeet/luomutuotanto-2-elaintuotannon-ehdot_fi.pdf Viitattu 24.10.2019.
- Scales, G., Knight, T. & Saville, D. 1995. Effect of herbage species and feeding level on internal parasites and production performance of grazing lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38: 237-247.

- Sairanen, A. 2010. Nurmirehut ruokinnassa. Laiduntaminen. Teoksessa: Peltonen, S., Puuronen, T., & Harmoinen, T. (toim.). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino. s. 22 – 23.
- Sairanen, A. 2010. Laidunkauden ruokinta. Laidunkauden aikainen ruokinta. Teoksessa: Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, T. (toim.). Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 108.
- Sairanen, A. 2010. Laidunkauden ruokinta. Laitumen ehtyminen. Teoksessa: Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, T. (toim.). Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 110.
- Sairanen, A. & Virkajärvi, P. 2002. Lypsykarjan laiduntaminen. Laidunnurmen hyväksikäyttö. Teoksessa: Puuronen T. (toim.) & Teräväinen, H. (toim.). Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 47.
- Sairanen, A., Khalili, H., Virkajärvi, P. & Hakosalo, J. 2006. Comparison of part time grazing and indoor silage feeding on milk production. *Agricultural and Food Science* 15:280-292.
- Sairanen, A. & Virkajärvi, P. 2010. Lypsykarjan laiduntaminen. Laidunalan mitoitus. Teoksessa: Puuronen T. (toim.) & Teräväinen, H. (toim.). Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 54.
- Sanderson, M., Labreuveux, M., Hall, M. & Elwinger, G. 2003. Nutritive value of chicory and English plantain forage. *Crop Science* 5: 1797-1804.
- Seppänen, M., Mäkelä, P., Yli-Halla, M., Helenius, J., Kallela, M. Stoddard, F. & Teeri, T. 2008. Peltokasvien tuotanto. Vammalan kirjapaino Oy. 206 s.
- Somasiri, S., Kenyon, P., Kemp P., Morel, P. & Morris, S. 2015. Growth performance and carcass characteristics of lambs grazing forage mixes inclusive of plantain and chicory. *Small Ruminant Research* 127: 20-27.
- Stewart, A. 1996. Plantain – a potential pasture species. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 58: 77-86.
- Totty, V., Greenwood, S., Bryant, R. & Edwards, G. 2013. Nitrogen partitioning and milk production of dairy cows grazing simple and diverse pastures. *Journal of Dairy Science* 96: 141-149.
- Tuomisto, L., Frondelius, L., Mononen J. & Sairanen A. 2010. Haluaako lehmä laiduntaa. <https://journal.fi/sms/issue/view/5308> Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 26. Viitattu 19.10.2019.
- Tuomivaara, A. 2009. Eläintenhoitajan yrittiopas. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. 208 s.
- Tuori, M., Kuoppala, K., Pursiainen, P. & Munck, M. 2006. Korjuuajan vaikutus nurmipalkokasvien kivennäispitoisuuteen. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 21.

- Undersander, D., Albert, B., Cosgrove, D., Johnson, D. & Peterson, P. 2002. Pastures for profit: A guide to rotational grazing. Wisconsin: Cooperative Extension Publishing.
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1097378.pdf. Viitattu 21.10.2019.
- Vaarst, M. & Kudahl, A. 2015. SOLID participatory research from Denmark: Use of herbs in pastures for dairy cows. <http://orgprints.org/28754/7/28754.pdf>. Viitattu 24.10.2019.
- Vilja-alan yhteistyöryhmä. 2019. <https://www.vyr.fi/rukiin-viljelyopas/miten-viljelen-ruista/luomurukiin-viljely/> Viitattu 23.10.2019.
- Virkajärvi, P. 2002. Laitumen viljelytekniikka. Laidunnurmen perustaminen. Teoksessa: Puurunen T. (toim.) & Teräväinen, H. (toim.). Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 17.
- Virkajärvi, P. ja Sairanen, A. 2002. Lypsykarjan laiduntaminen. Laidunnurmen hyväksikäyttö. Teoksessa: Puurunen T. (toim.) & Teräväinen, H. (toim.). Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 47.
- Virkajärvi P. ja Sairanen, A. 2002. Laidunjärjestelyt. Pudistusniitot ja muu laitumien hoito. Teoksessa: Puurunen T. (toim.) & Teräväinen, H. (toim.). Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 35-36, 39, 44.
- Virkajärvi, P. & Pakarinen, K. 2010. Nurmikasvien sadonmuodostus. Nurmikasvien kehittyminen ja kasvu. Teoksessa: Peltonen, S., Puuronen, T., & Harmoinen, T. (toim.). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino. Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 25 – 26, 28, 30.
- Virkajärvi, P., Saarijärvi, K. & Nykänen, A. 2010. Lannoitus. Teoksessa: Peltonen, S., Puuronen, T., & Harmoinen, T. (toim.). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino. Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. s. 62.
- Virtuaalilikylä. 2019. <http://www.virtuaali.info/360/> Viitattu 11.11.2019.